



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO
ENTRE EL CASERIO AGUA SANTA - OLMOS, DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE –
LAMBAYEQUE”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

MALCA IBÁÑEZ, LUIS FERNANDO

ASESOR:

ING. LUIS ANIBAL CERNA RONDON

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO – PERÚ

2018

TESIS: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE EL CASERIO AGUA SANTA - OLMOS, DISTRITO DE OLMOS – LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”

AUTOR:

MALCA IBAÑEZ, LUIS FERNANDO

MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR

Ing. LEOPOLDO MARCO GUTIERREZ VARGAS

Presidente

Ing. JORGE LUIS MEZA RIVAS

Secretario

Ing. LUIS ANIBAL CERNA RONDON

Vocal

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza para mantenerme constante en mi camino.

A mis queridos padres Walter y Clara, y a mi hermanita Jacqueline, por su amor, bondad, por nunca perder la fe en mí, por apoyarme incondicionalmente y por sus consejos, factores que lograron día a día moldear la persona que ahora soy.

A mi papá José y a mi mamá Yaya, por siempre estar pendientes de mi formación y ser el último impulso para poder cumplir mis objetivos.

A mi amada Luciana y a mis hijos Luis Fernando y Camila, por todo su cariño, ternura y amor, pero sobre todo por estar siempre a mi lado.

Luis Fernando, Malca Ibáñez

AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO y a todos sus docentes de los cuales pude adquirir grandes conocimientos para mi formación profesional y brindarme todas las facilidades para superarme personal y profesionalmente.

De igual manera agradezco a mi asesor, el ing. Luis Aníbal Cerna Rondón y al ing. Leopoldo Marco Gutiérrez Vargas por las pautas brindadas a lo largo del transcurso de la elaboración de mi proyecto de tesis.

Agradezco también a mi centro de trabajo y a toda la familia de HIDROVIAS S.A. por brindarme las facilidades, los tiempos y la logística necesaria para lograr la culminación de mi tesis. Así como a todas las personas que influenciaron de manera técnica y operativa en el desarrollo de la misma.

El Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Malca Ibáñez Luis Fernando con DNI N° 42785181, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es auténtica y veraz.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, julio del 2018

INDICE

Contenido

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	5
INDICE	6
INDICE DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS	8
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad problemática	14
1.2 Trabajos previos.....	22
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	25
1.4. Formulación del problema	26
1.5. Justificación del estudio	26
1.6. Hipótesis.....	27
1.7. Objetivos	27
II. MÉTODO	29
2.1. Diseño de investigación	30
2.2. Variables, Operacionalización	30
2.3 Población y muestra	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
2.5. Métodos de análisis de datos	34
2.6. Aspectos éticos	34
III. RESULTADOS	35
3.1. Estudio Topográfico	36
3.2. Estudio de mecánica de suelos (EMS) y cantera	42
3.3. Estudio hidrológico y obras de arte	54
3.4. Diseño Geométrico de la carretera.....	80
3.5. Estudio de Impacto Ambiental	127
3.6. Especificaciones técnicas	145
3.7. Análisis de costos y presupuestos	235
3.7.1. Presupuesto general	235
3.7.2. Presupuesto desagregado	237
3.7.3. Desagregado de gastos generales.....	240

3.7.4. Análisis de costos unitarios	248
3.7.5. Relación de insumos	258
3.7.6. Fórmula polinómica	261
IV. CONCLUSIONES	263
V. RECOMENDACIONES	266
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	268

INDICE DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1	Ubicación Geográfica del Caserío Agua Santa
Tabla 2	Datos poblacionales del caserío Agua Santa
Tabla 3	Calicatas por Tipo de Carretera
Tabla 4	Numero de Ensayos de CBR
Tabla 5	Información pluviométrica Estación Pasabar
Tabla 6	Precipitación máxima en 24 horas Estación “Pasabar”
Tabla 7	Precipitación máxima en 24 horas
Tabla 8	Valores críticos “d” Kolmogorov - Smirnov
Tabla 9	Precipitación máxima
Tabla 10	Intensidad promedio
Tabla 11	Periodo de retorno en años
Tabla 12	Intensidades Máximas
Tabla 13	Coeficientes de escorrentía
Tabla 14	Calculo de caudales
Tabla 15	Periodo de retorno para obras de arte
Tabla 16	Calculo de caudal de diseño para cunetas
Tabla 17	Dimensiones de cuneta según región
Tabla 18	Talud de corte para cuneta según terreno
Tabla 19	Coeficientes de rugosidad de Manning según superficie
Tabla 20	Caudal de aporte
Tabla 21	Caudales para alcantarillas de paso
Tabla 22	Cuadro resumen de alcantarillas de paso
Tabla 23	Clasificación de carreteras por Demanda
Tabla 24	Factores de corrección aplicado al proyecto
Tabla 25	Resultado de conteo vehicular
Tabla 26	Proyección de Trafico carretera Agua Santa – Olmos
Tabla 27	IMDA del proyecto
Tabla 28	Velocidad de Diseño para el proyecto
Tabla 29	Radios mínimos para diseño de carreteras
Tabla 30	Radios usados en el diseño de la carretera Agua Santa - Olmos

Tabla 31	Anchos mínimos de calzada en tangente
Tabla 32	Distancia de visibilidad de parada
Tabla 33	Distancia de Visibilidad Mínima de adelantamiento
Tabla 34	Tramos en tangente
Tabla 35	Radio exterior (Re) Y Radio interior (Ri)
Tabla 36	Elementos de Curvas Horizontales
Tabla 37	Pendiente Máxima para una velocidad de 40 km/h
Tabla 38	Valores de índice “k” para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase
Tabla 39	Valores de “k” para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase
Tabla 40	Ancho mínimo de calzada en tangente
Tabla 41	Ancho de berma
Tabla 42	Inclinación de las bermas
Tabla 43	Valores de Bombeo en la calzada
Tabla 44	Valores de peralte máximo
Tabla 45	Valores para talud en corte (H:V)
Tabla 46	Valores para talud de relleno (V:H)
Tabla 47	Numero de repeticiones de EE para caminos no pavimentados
Tabla 48	Espesores de afirmado respecto al CBR de diseño y a Ejes Equivalentes
Tabla 49	Granulometría según tipo de afirmado
Tabla 50	Relación de longitud para líneas discontinuas
Tabla 51	Magnitud de Impactos Ambientales
Tabla 52	Matriz de Impacto Ambiental en la etapa de construcción
Tabla 53	Matriz de impacto ambiental durante la etapa post-construcción

CUADROS

Cuadro 1	Ubicación Geográfica Agua Santa y Olmos
Cuadro 2	Ubicación geográfica de BM's
Cuadro 3	Ubicación de Alcantarillas y badenes
Cuadro 4	Calicatas realizadas
Cuadro 5	Resultado de ensayos de calicatas

Cuadro 6	Ensayos a realizar a la muestra de cantera
Cuadro 7	Resultado de ensayos de cantera
Cuadro 8	Análisis de regresión múltiple
Cuadro 9	Ubicación de alcantarillas
Cuadro 10	Orografía del terreno
Cuadro 11	Ubicación de estaciones de conteo
Cuadro 12	Clasificación del Afirmado
Cuadro 13	Señales Preventivas usadas en el Proyecto
Cuadro 14	Señales reguladoras usadas en el proyecto
Cuadro 15	Elementos de señalización utilizados en el proyecto
Cuadro 16	Medidas preventivas del Plan de Manejo Ambiental

FIGURAS

Figura 1	Ubicación del Departamento de Lambayeque
Figura 2	Ubicación del Distrito de Olmos
Figura 3	Ubicación Geográfica del Caserío Agua Santa
Figura 4	Alineamiento preliminar carretera Agua Santa - Olmos
Figura 5	Precipitación media mensual de la Estación “Pasabar”
Figura 6	Precipitación máxima en 24 horas Estación “Pasabar”
Figura 7	Curva Intensidad – Duración – Frecuencia
Figura 8	Elementos de curva
Figura 9	Curva de vuelta
Figura 10	Curvas verticales cóncavas
Figura 11	Curvas verticales convexas
Figura 12	Curva vertical simétrica
Figura 13	Elementos de Curva Vertical Asimétrica
Figura 14	Sección Transversal Tipo
Figura 15	Inclinación de bermas
Figura 16	Señales informativas usadas en el proyecto
Figura 17	Ubicación lateral de señal vertical
Figura 18	Señal poste kilométrico
Figura 19	Patrón de Línea discontinua “P”

RESUMEN

El centro poblado Agua Santa, está ubicado al norte de la ciudad de Olmos, en el distrito de Olmos, uno de los 12 distritos de la provincia de Lambayeque, ubicado en el departamento de Lambayeque. La ausencia de una carretera es la problemática de la zona. Iniciamos nuestros trabajos con la recolección de información in situ para nuestros estudios preliminares.

Con el Levantamiento Topográfico se obtuvo información exacta del área para realizar el diseño de la vía, el cual de acuerdo a su clasificación fue ondulada y en algunos tramos llana. Luego se procedió al procesamiento de datos con software especializado para la elaboración de los planos topográfico, planta, perfil longitudinal y secciones transversales, los cuales sirvieron para elaborar el Diseño Geométrico, siguiendo los parámetros establecidos en el “Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2018”. El diseño de la vía contempla una velocidad de diseño de 40 km/h y tiene una clasificación de Tercera Clase. Con el software de ingeniería AutoCAD Civil 3D se obtuvo un trazo de vía con 7.99 kilómetros de longitud. Para el Estudio de Suelos fue necesario la excavación de 07 calicatas a lo largo de la longitud de la vía, dichas muestras fueron sometidas a ensayos de laboratorio, obteniendo como resultado un CBR de diseño de 7.49%, debido a esto se diseñó la vía con un afirmado de 20 cm de espesor. Para la realización del Estudio Hidrológico se tuvo en cuenta la toma de información de la estación meteorológica “OLMOS”, estación meteorológica más cercana en funcionamiento. Así mismo con la realización del Estudio de Impacto Ambiental se evaluaron los efectos positivos y negativos del proyecto, así como las medidas para la mitigación de los efectos negativos. Teniendo toda esta información se logró elaborar los metrados, análisis de precios unitarios y presupuestos, así como los cronogramas de obra.

Estos alcances permitirán un adecuado diseño de la vía en estudio, así como el incrementar el desarrollo socio-económico y mitigar enfermedades respiratorias de la población beneficiaria.

Palabras clave: topográfico, diseño, hidrológico, geométrico, mitigación, presupuestos.

El Autor

ABSTRACT

The Hamlet of Agua Santa is located north of the city of Olmos, in the district of Olmos, one of the 12 districts of the province of Lambayeque, located in the department of Lambayeque. The absence of a road is the problem of the area. We begin our work with the collection of information in situ for our preliminary studies.

With the Topographic Survey, exact information was obtained from the area to carry out the design of the road, which according to its classification was undulating and in some flat sections. Then proceeded to the processing of data with specialized software for the preparation of topographic plans, plant, longitudinal profile and cross sections, which served to develop the Geometric Design, following the parameters established in the "Manual of Geometric Design for Roads DG- 2018". The design of the road contemplates a design speed of 40 km / h and has a classification of Third Class. With the engineering software AutoCAD Civil 3D, a track path with 7.99 kilometers in length was obtained. For the Study of Soils, it was necessary to excavate 07 pits along the length of the road, these samples were subjected to laboratory tests, obtaining as a result a design CBR of 7.49%, due to this the road was designed with a claimed 20 cm thick. In order to carry out the Hydrological Study, the information from the meteorological station "OLMOS", the nearest meteorological station in operation, was taken into account. Likewise, with the completion of the Environmental Impact Study, the positive and negative effects of the project were evaluated, as well as the measures to mitigate the negative effects. Having all this information it was possible to elaborate the measurements, unit price analysis and budgets, as well as the work schedules.

These scopes will allow an adequate design of the road under study, as well as increase the socio-economic development and mitigate respiratory diseases of the beneficiary population.

Key words: topographic, design, hydrological, geometric, mitigation, budgets.

The Autor

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Entre el caserío de Agua Santa y Olmos actualmente no existe una carretera, solamente existe una trocha carrozable, la cual carece de los requisitos mínimos en todos los elementos de su composición, incumpliendo con las disposiciones señaladas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018)”. La zona tiene una topografía ondulada y llana en la mayoría de los 7.99 km de longitud aproximada del tramo en estudio, y cuenta con un ancho variable que va desde los 2.50 m hasta los 3.50 m. y a este problema se aúne el mal estado de conservación de la trocha, contando con la presencia de ahuellamientos y encalaminamiento; esta situación origina que el tiempo de un lugar a otro sea más del necesario, así mismo al no contar con un tratamiento adecuado la circulación de vehículos origina nubes de polvo que afecta directamente a la salud, y generando a su vez el incremento de enfermedades principalmente respiratorias.

En vista de la problemática actual de la zona, el presente proyecto de investigación plantea el diseño a nivel de afirmado de la carretera que conecta el caserío Agua Santa y Olmos, del distrito de Olmos, departamento de Lambayeque, con un ancho mínimo de 6.60 m.; utilizando los lineamientos técnicos de la DG-2018, contando con un correcto diseño geométrico y adecuados elementos estructurales para así resolver los problemas que presenta el nivel actual de la carretera Agua Santa – Olmos, con obras de arte debidamente diseñadas; de esta manera se beneficiará a los caseríos contiguos y a población, a su vez también anexando a la carretera a la Red Vial Nacional.

Por tal motivo la Municipalidad Distrital de Olmos asume el compromiso de apoyo en la elaboración de estudios que solucionen la problemática local y mejoren el estilo de vida de su población.

1.1.1. Aspectos generales:

Ubicación Política

EL caserío de Agua Santa se encuentra ubicado en Olmos, y conforma uno de los distritos de la provincia de Lambayeque.



Figura1. Ubicación Política del Departamento de Lambayeque

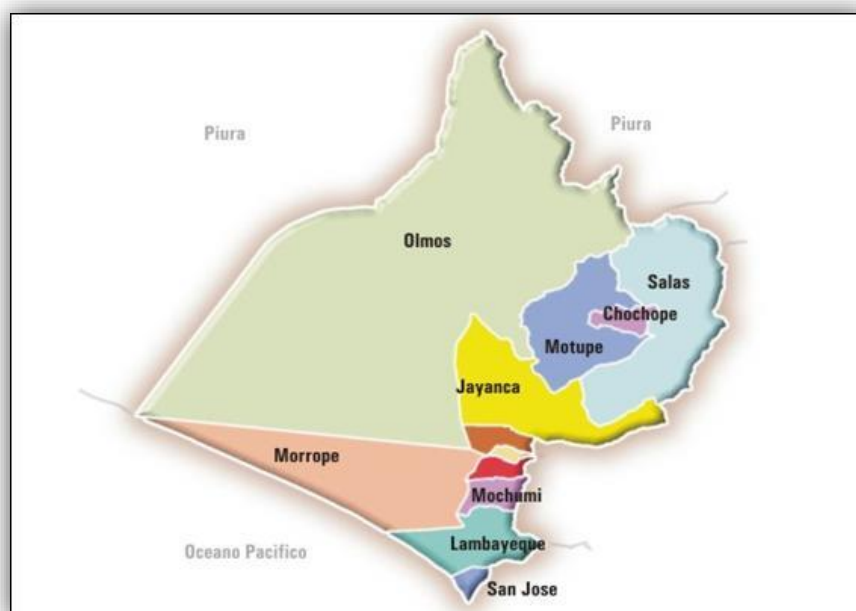


Figura 2. Ubicación Política del Distrito de Olmos

Ubicación Geográfica

El distrito de Olmos se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas 5.93769 de latitud sur y 79.7941 de longitud norte.

Tabla 1
Ubicación Geográfica del Caserío Agua Santa

Caserío	Latitud Sur	Longitud Norte	Altitud
Agua Santa	5.93769	79.7941	160 m.s.n.m

Fuente: Elaboración propia

El Ubigeo del Caserío Agua Santa es 1403080096.



Figura 3: Ubicación Geográfica del Caserío Agua Santa

Límites

El Caserío Agua Santa se limita de la siguiente manera:

Norte	:	Caserío Nichipo
Sur	:	Olmos
Este	:	Caserío Pupurre Sagrado Corazón
Oeste	:	Caserío Cascajal

Clima

El caserío Agua Santa se encuentra a una altitud de 160 m.s.n.m lo que lo ubica entre las regiones naturales Yunga y Chala, tiene un clima semi-tropical ya que a que está alejada de la costa y a los desiertos que lo rodean.

Las temperaturas en el día fluctúan ente los 30 y 38 grados centígrados en los meses de verano, mientras que en los meses de invierno a su temperatura varía entre los 20 y 25 grados centígrados.

La humedad máxima en los meses de lluvia puede llegar hasta el 88% y a 69% en época de estiaje.

Aspectos demográficos, sociales y económicos

Población

El caserío Agua Santa cuenta con 48 viviendas incluyendo una I.E. Inicial y una capilla, y tiene una población aproximada de 182 habitantes, haciendo un promedio de 3.8 habitantes por vivienda.

Tabla 2
Datos poblacionales del caserío Agua Santa

Categoría	Población	%
Hombre	88	48.35%
Mujer	94	51.65%
Total / Promedio	182	100.00%

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda

Vivienda

De acuerdo a las visitas a campo y a la recolección de datos in situ, el caserío de Agua Santa está conformado por 48 viviendas.

Todas las viviendas son de un solo nivel y mayormente están hechas de paredes de adobe y techo con cubierta de calamina.

Actividad económica

- **Agricultura:**

Olmos está dentro de un valle que se forma entre los ríos Olmos y Cascajal, esto hizo que sus tierras sean altamente productivas y de condición óptima para la agricultura. La fluidez de estos ríos es baja la mayor parte del año, por lo que los agricultores recurren a pozos subterráneos.

Olmos es considerado la capital del limón, debido a que la producción predominante en sus tierras es el limón. El 60% de esta producción de limón es para uso en el mercado nacional, mientras que el 40% restante se usa para la obtención de aceite en esencia.

- **Ganadería:**

La ganadería es una de las principales labores de los habitantes de Olmos, ya que aprovechan los recursos naturales de los bosques secos de algarrobo.

El valle de olmos es uno de los principales aportadores de carne de ovino y caprino a los mercados del norte del país.

- **Apicultura:**

A partir del año 2003 en la zona de olmos se fue incrementando gradualmente el interés por la apicultura, convirtiéndose en un aportador importante de miel de abeja para la región.

- **Industria:**

Con el pasar de los años la actividad agrícola se ha industrializado en la zona de olmos. Mejorando la calidad y producción de insumos como el limón y el maracuyá.

Con la llegada de empresas extranjeras se dio paso a la exportación del limón y a la producción de aceites y concentrados de zumo de este producto.

Actividad turística

- **Los petroglifos de boliches:**

El distrito de Olmos también cuenta con zonas arqueológicas. Estos petroglifos están ubicados en la carretera Olmos – Corral Quemado y cuenta con 112 representaciones grabadas en piedra con motivos rupestres y de figuras humanas.

Según estudios realizados, estas muestras arqueológicas tendrían una antigüedad aproximadamente 2,500 años.

- **El zoo-criadero de la pava aliblanca:**

La pava aliblanca es una variedad única en la tierra y ha sido considerada como patrimonio ornitológico, ya que habita solamente en el Perú.

El zoo-criadero “Bárbara Dachille” es un centro de investigación científica para esta ave y para otros animales que están en peligro de extinción y es un punto de visita frecuente para las personas que recorren la carretera panamericana antigua en la ruta Olmos – Ñaupe.

- **El algarrobito de nitape:**

En la década del año 1970 bajo un árbol de algarrobo hizo su Aparicio la Virgen María a una niña pastora de ovejas. Está ubicado a dos kilómetros de Olmos en la ruta Olmos – Nitape.

Posteriormente se construyó un santuario al cual llegan cientos de personas a adorar a la virgen.

- **La Cruz de Chalpón:**

La cruz de Chalpón es considerada como la patrona del pueblo de Olmos y durante el mes de febrero se realiza la feria patronal en su honor atrayendo a cientos de visitantes.

- **El Proyecto de Irrigación Olmos:**

Obra de ingeniería de importancia nacional, la realización del proyecto olmos beneficiará el valle de Olmos, así como generará energía eléctrica para el norte del país.

Vías de acceso

Olmos como capital de distrito está ubicado al norte de la capital del departamento, Chiclayo. Recorriendo la carretera panamericana norte antigua una distancia aproximada de 115 kilómetros, pasando el cruce a Jaén.

A pesar de que el distrito cuenta con 186 caseríos, las vías de interconexión son escasas. Existen vías afirmadas de regular estado las cuales son las únicas vías de interconexión entre Olmos y algunos de los caseríos,

Hacia el norte existen vías en mal estado que conectan con la frontera de la región Piura, estas vías son poco utilizadas debido a su mal estado y a que no cuentan con mantenimientos periódicos realizados por las autoridades regionales y locales.

Debido al mal estado generalizado de las vías, es dificultoso el uso de transporte publico pesado. Mayormente para el tránsito de personas se utilizan mototaxis.

Infraestructura de servicios

La infraestructura de los servicios existentes es precaria y básica, y se encuentra en mal estado ya que no cuenta con mantenimiento constante.

Servicios públicos existentes

- **Educación:**

El caserío Agua Santa cuenta con un centro educativo para nivel inicial, la “I.E. INICIAL 369 VIRGEN DE AGUA SANTA”. Los centros educativos para nivel primario y secundario se encuentran en la ciudad e Olmos y en algunos caseríos cercanos.

- **Salud:**

No cuenta con un puesto básico de Salud, sin embargo, los pobladores del caserío Agua Santa hacen uso de los establecimientos de salud que están ubicados en el pueblo de Olmos, el cual a su vez cuenta con una posta de ESSALUD.

Servicio de alcantarillado

El caserío de Agua Santa no cuenta con servicio de alcantarillado público.

Servicio de energía eléctrica

El caserío de Agua Santa cuenta con líneas provisionales de energía abastecidas por HIDRANDINA.

Servicio de agua potable

El caserío de Agua Santa no dispone del servicio de agua potable, su abastecimiento de agua lo hacen mediante pozos subterráneos.

Otros servicios

- **Telecomunicaciones**

El área de estudio no cuenta con torres de telefonía cercanas, sin embargo, la recepción de las operadoras de telefonía CLARO y BITEL es constante.

1.2 Trabajos previos

Se ha considerado las siguientes investigaciones referidas al área de influencia del proyecto, las cuales han aportado información básica en la aplicación de métodos para la presente tesis:

“MEJORAMIENTO DE CAMINOS VECINALES RURALES, DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”

Código SNIP N° 100698

Año: 2008

Valor Referencial: S/ 234,861.00

Actualmente los caminos vecinales se encuentran en mal estado de conservación, presentando ahuellamientos y zonas encalaminadas, dicha situación de agrava en época de lluvias, donde los caminos se vuelven intransitables, dichas vías no cuentan con sistema de drenaje adecuado ni con algún tipo de señalización, dificultando el buen funcionamiento de las vías.

“PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIA DEL DISTRITO DE OLMOS”

Año: 2009

La finalidad del presente documento es brindar un instrumento que sea útil a la autoridad local del distrito de Olmos y a las entidades interesadas y ligadas en la realización de Proyectos que sean de beneficio para el distrito de Olmos.

Por este motivo, este documento es un instrumento de orientación y consulta para la programación y gestión principalmente por parte del sector estatal, a su vez contiene los lineamientos metodológicos frutos de un proceso coordinado con los pobladores del distrito de Olmos. Los cuales son los principales interesados en que se forme un crecimiento parametrado y ordenado de su distrito.

“MEJORAMIENTO Y LIMPIEZA DEL CAMINO CARROZABLE ENTRE LOS CASERIOS EL REDONDO, CENIZO Y MONTEVERDE, DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”

Código SNIP N° 190462

Año: 2011

Valor Referencial: S/ 199,625.74

La trocha carrozable el redondo, Cenizo y Monteverde cuenta con una longitud total de 15.71 km., se ubica al noreste del pueblo de olmos y a una distancia en vehículo motorizado aproximadamente de 2 horas, beneficia a 75 familias de los caseríos antes mencionados, y a una población total de 450 habitantes, actualmente la vía se encuentra en terreno natural (siendo el terreno arenoso) y contribuye al aumento de los índices de contaminación ambiental y dificultan el desplazamiento normal de los vehículos. Del mismo modo, en la zona de intervención, se ha registrado que los índices de contaminación por PTS (partículas totales en suspensión) son mayores, así como los casos de enfermedades respiratorias. Esto evidencia que es la causa entre las enfermedades respiratorias y la contaminación ambiental del lugar.

Según Chuquilín(2011), en su tesis: “DISEÑO DE LA CARRETERA JUYACUL – LA VIÑA, DISTRITO VIRÚ, PROVINCIA DE VIRÚ - LA LIBERTAD”, nos habla sobre el diseño de la carretera, elaborado en planta y en perfil, así como también la determinación de las secciones transversales de la carretera. Así como también realizar el diseño de las obras de arte que sean necesarias para el proyecto. (págs. 79-88)

Según Luna Seminario(2011), en su tesis: “DISEÑO DE LA CARRETERA ENTRE LOS CASERIOS CUCHANGA - CALLUNCHAS, DEL DISTRITO DE SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD”, nos habla de los estudios básicos para carreteras, tales como el análisis de mecánica de suelo, Granulometría, Límites de Consistencia, Contenido de Humedad, Densidad Máxima, CBR. (págs. 51-60)

“MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA OLMOS- EL IMPERIAL, DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”

Código SNIP N° 208272

Año: 2012

Valor Referencial: S/ 1,184,352.97

La Municipalidad Distrital de Olmos, comprometida con el desarrollo del presente proyecto, considera la necesidad de la ejecución de esta obra, para así contar con una infraestructura vial que nos permita optimizar el confort y la calidad de vida de los usuarios. Para lograr este fin la Municipalidad Distrital de Olmos, presenta el siguiente proyecto: MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA OLMOS - EL IMPERIAL. La finalidad de este proyecto está encaminado a reducir el estado de vías en mala condición, con el fin de optimizar la accesibilidad y el flujo diario entre los usuarios de la vía, mejorando la calidad ambiental de la zona y fortalecer las conexiones entre localidades.

“CONSTRUCCION DE LA CARRETERA OLMOS, NITAPE, TUNAPE, EL MUERTO, ORCHILLA, CUTIRRAPE, PAÑALA., DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”

Código SNIP N° 234457

Año: 2012

Valor Referencial: S/ 30,908,393.00

El proyecto nace ante la dificultad en el desplazamiento de los pobladores y transporte de productos agropecuarios a los mercados de consumo desde los caseríos de Olmos, hacia la ciudad de Olmos, Chiclayo y otros. La municipalidad distrital de Olmos, realizará todas las gestiones adecuadas con la única finalidad de asumir con el compromiso de financiamiento del estudio definitivo expediente técnico, para lo cual se considera que el desarrollo de dicho estudio se debe de llevar a cabo mediante consultorías externas a través de especialistas, para el caso de la realización de la obra; en su etapa de mantenimiento la municipalidad del distrito de Olmos en coordinación con las autoridades y pobladores del área de influencia se comprometen

mediante una acta asumir con los costos necesarios que permitirá el adecuado mantenimiento de la carretera para un fluido circulación vehicular de carga y de pasajeros en el trayecto de la vía.

1.3. Teorías relacionadas al tema

(Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018), elaborado por el MTC, considerado para determinar los parámetros de diseño como la velocidad de diseño, radios mínimos, pendientes, peraltes, curvas horizontales y verticales, bermas.

(DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS, 2016), elaborado por el MTC, se consideró para establecer el modo en que se emplearán los diferentes dispositivos de control de tránsito, en cuanto a su funcionalidad, clasificación, color tamaño, forma y otro necesarios a utilizar.

(GLOSARIO DE TERMINOS DE USP FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, 2008), elaborado por el MTC, abarca la terminología técnica usada en proyectos de infraestructura vial correspondiente a carreteras, túneles, puentes, elementos de seguridad vial, obras de drenaje, medio ambiente y otros.

FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA – Koning Belga (2012), el autor nos dice que La topografía es un conjunto de métodos y procesos a través de mediciones de ángulos horizontales y verticales, distancia horizontal, vertical e inclinada, con instrumentales adecuados para la precisión deseada, principalmente despliega y se materializa puntos de apoyo en el suelo, la determinación de sus coordenadas topográficas. A estos puntos se refieren los puntos con mayor detalle en busca de su representación exacta en planimetría, altimetría, escala predeterminada y su representación mediante curvas de nivel con equidistancia También puntos predeterminados y / o medidos.

(MANUAL DE CARRETERAS: ENSAYO DE MATERIALES , 2016), elaborado por el MTC, tomado como lineamiento para el procedimiento de los ensayos a realizar en campo y en laboratorio con las muestras obtenidas de la vía en estudio.

(MANUAL DE CARRETERAS: MANTENIMIENTO O CONSERVACION VIAL , 2014), elaborado por el MTC. Dicho manual nos da las pautas para la conservación de las vías y de los elementos que son parte del diseño geométrico de una vía, así como de la señalización correspondiente.

1.4. Formulación del problema

¿Cuáles serán las características que deberá tener el diseño de la carretera caserío Agua Santa - Olmos, Distrito de Olmos, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque?

1.5. Justificación del estudio

El presente proyecto de investigación está justificado mediante su aspecto teórico-práctico porque lograremos profundizar los conocimientos adquiridos respecto al diseño geométrico de cada uno de los componentes de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa - Olmos, Distrito de Olmos, Provincia de Lambayeque, así como mejorar las condiciones actuales en los 7.99 km de longitud de la vía en estudio, proponiendo una capa de afirmado cubriendo un área de 49,500 m² en un ancho uniforme de 6.60 m, cumpliendo con la normativa vigente dictada por el MTC.

En el aspecto Socio-económico, al mejorar los nexos viales entre ambas localidades, se fortalecerá también el crecimiento social y económico entre sí, ya que ambos factores están relacionados directamente, mejorando las condiciones y la calidad de vida de los pobladores.

Para el aspecto ecológico-ambiental, el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa – Olmos, distrito de Olmos – Lambayeque – Lambayeque no genera impacto ambiental negativo en la zona, ya que su

construcción está enfocada a mejorar de la situación actual de la infraestructura existente, mejorando la superficie de rodadura y mitigando el levantamiento de polvo.

Ante esta situación la Municipalidad Distrital de Olmos decidió colaborar con la realización del diseño de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa – Olmos., distrito de Olmos- Lambayeque – Lambayeque.

1.6. Hipótesis

Las características Técnicas y Normativas del “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE EL CASERIO AGUA SANTA – OLMOS - DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”, cumplen con lo requerido en el “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018)”

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Elaborar el diseño de la carretera caserío Agua Santa - Olmos, Distrito de Olmos, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque; recurriendo a la normatividad vigente consignada por el Ministerio de Transportes y comunicaciones para el diseño de carreteras.

1.7.2. Objetivos específicos

- Realizar el estudio topográfico requerido para lograr determinar las características del terreno, tales como: pendientes, curvas de nivel y lograr el trazado y perfil longitudinal para el diseño de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa y la ciudad de Olmos.
- Elaborar los Estudios de Mecánica de Suelos, para establecer las características físicas y mecánicas del suelo correspondiente al proyecto (Clasificación, tipo de suelo, capacidad portante) de la carretera que une el caserío Agua Santa con la ciudad de Olmos.

- Realizar el Estudio Hidrológico e Hidráulico correspondiente de la zona en estudio, para así poder diseñar las obras de arte requeridas para el correcto encausamiento de aguas, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de la carretera diseñada.
- Realizar el diseño geométrico a nivel de afirmado de la carretera Agua Santa – Olmos, que incluye los elementos necesarios para el correcto uso de la vía, tales como velocidad de diseño, pendientes, anchos mínimos, perales y otros consignados en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018).
- Realizar el Estudio de Impacto Ambiental, para salvaguardar el cuidado del medio ambiente e identificar los efectos positivos y negativos que ocasionará el diseño de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa y la ciudad de Olmos.
- Elaborar el análisis de precios unitarios y los presupuestos de los trabajos a tener en cuenta para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa – Olmos.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de estudio

En la investigación se procedió a registrar, analizar e interpretar la realidad, por lo cual es tipo de estudio es un Estudio Descriptivo.

2.1.2 Diseño de Investigación

En la investigación, utilizaremos el diseño Descriptivo. Determinando que el esquema utilizarse es el siguiente:



Donde:

M: Representa la zona donde se ejecutarán los estudios del proyecto y a la población beneficiada.

O: Representa la información recolectada del proyecto.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1 Variable

“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE (Navarro Hudiel, 2017) LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE EL CASERIO AGUA SANTA – OLMOS - DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”

2.2.1.1 Definición

Es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. (Navarro Hudiel, 2017, pág. 1)

Características que se da en el contexto de:

- **Topografía del Terreno:** la que está encargada de describir las características orográficas del área donde se realizarán los trabajos. Se basa en el levantamiento topográfico.
- **Resistencia del terreno de fundación y de los materiales:** Estos datos se obtendrán producto del Estudio de Mecánica de Suelos que se realizara a las muestras de terreno obtenidas de las calicatas.
- **Hidrología y Drenaje:** las cuáles serán las encargadas de analizar la hidrología de la zona, datos con los que posteriormente se realizara el diseño de las obras de arte, como cunetas, alcantarillas, badenes y pontones.
- **Características Geométricas de la Vía:** dichas características están en función a los datos obtenidos de la topografía y del Estudio de Mecánica de Suelos y están basados en las normas vigentes.
- **Impacto Ambiental:** se identificarán los efectos positivos y negativos que producirá la construcción de la carretera sobre el medio ambiente, y se elaboraran las medidas necesarias para mitigar los efectos negativos que la construcción de esta produzca.
- **Costos y Presupuesto:** Con base en la evaluación de costos directos, costos indirectos e impuestos que generaron la construcción de la carretera.

2.2.2 Operación de variables

2.2.2.1 Definición conceptual

Diseño Vial: Es el diseño geométrico de una carretera y el estudio de sus componentes, lo que determina su ubicación y funcionalidad; dicho diseño se realiza en planta, perfil longitudinal y secciones transversales; de tal manera que la forma de diseñar cumpla con todos los parámetros establecidos en la norma actual, para que sea una forma funcional, segura y cómoda, y que satisfaga las necesidades del área.

Definiciones que están dentro de la concepción del diseño vial:

- La topografía del terreno: Se basa en procedimientos para la representación gráfica de la superficie terrestre, de esto se obtienen perfiles y secciones del terreno.

- Estudios de Mecánica de suelos: Se determinará las características físico-mecánicas y químicas del suelo mediante los ensayos SUCS, AASHTO Y CBR.
- Estudios Hidrológicos: Se realizan con el propósito de diseñar los elementos hidráulicos de la vía, estos son llamados también obras de arte, tales como cunetas, badenes y alcantarillas.
- Diseño geométrico de la carretera: Realizado en base a las características de diseño del manual de carreteras vigente DG-2018.
- Diseño del Afirmado: Realizado en base de los parámetros de diseño del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Impacto ambiental: Se formularán medidas para minimizar el impacto ambiental que ocasionará la fase constructiva.
- Costos y presupuestos: Se calculan de acuerdo a los metrados realizados, usando valores actuales que concuerden con en el mercado.

2.2.2.2 Definición Operacional

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICION
"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE EL CASERIO AGUA SANTA – OLMOS - DISTRITO DE OLMOS - LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE"	Es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, económica y compatible con el medio ambiente.	Operacionalmente el diseño vial, se hará en base a establecer las características del trazo vial, de acuerdo a las normas vigentes; lo cual se aplicará en base a las condiciones de la topografía del terreno y según al conjunto de ensayos realizados en un laboratorio para obtener las características físicas y mecánicas del suelo; de tal manera que el trazo de la carretera ésta sea compatible con el medio ambiente.	Levantamiento Topográfico de la zona	Trazo Longitudinal	m
				Perfiles Longitudinales	m
				Vista en Planta y Secciones	m3
			Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	%
				Límites de Consistencia	%
				Contenido de Humedad	%
				C.B.R.	%
				Óptimo contenido de Humedad	gr/cm3
				Densidad Máxima	%
			Hidrología y Drenaje	Caudal	m3/seg
				Intensidad de Precipitación	mm/h
				Cuencas	m2
			Diseño Geométrico de la Carretera	Elementos del diseño geométrico (velocidad directriz, trazo, alineamiento, perfil longitudinal, secciones transversales)	m, km
				Derecho de Vía	m
				Parámetros básicos de diseño	km/h
				Señalización	und
			Impacto Ambiental	Impacto Positivo	(+)
				Impacto Negativo	(-)
			Elaboración del Análisis de Costos y Presupuestos	Metrado	m, m2, m3
				Costo Directo	S/
				Costo Indirecto	S/
				Gastos Generales	S/
				Utilidad	S/

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La carretera en estudio (Agua Santa – Olmos) y toda su área de influencia.

2.3.2 Muestra

No se trabaja con muestras.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas : Observación

Instrumentos: Guía de Observación

2.5. Métodos de análisis de datos

Para la recolección de datos, se utilizará la guía de observación, la estación total y GPS para el levantamiento topográfico, herramientas y equipos para el uso de muestras de suelo, para el procesamiento de datos, se utilizarán programas informáticos especializados. como AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, S10, MS Project y Microsoft Office.

2.6. Aspectos éticos

El Proyecto de Investigación fue desarrollado con responsabilidad y honestidad para favorecer a los beneficiarios que son el caserío Agua Santa y la comunidad de Olmos.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio Topográfico

3.1.1. Generalidades

La finalidad del presente estudio topográfico es representar la geometría del terreno de la zona en estudio en planos. Este consiste en realizar un reconocimiento de la superficie, esto incluye ubicar los accidentes naturales y artificiales que se encuentran en lugar.

A partir de los datos obtenidos en el levantamiento se realizan planos, los cuales muestran además de las características ya antes mencionadas, la diferencia de alturas de los relieves y/o de los elementos que están en el lugar de estudio.

La relevancia del presente estudio radica en que es una base para el trazado y diseño de la carretera, ya que muestra con gran exactitud las características del terreno sobre la cual estará proyectada la vía.

3.1.2. Ubicación

El caserío Agua Santa se encuentra ubicado en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque.

Cuadro 1

Ubicación Geográfica Agua Santa y Olmos

LUGAR	UBICACIÓN GEOGRAFICA UTM	
	NORTE	ESTE
Olmos	9338057.60	638109.49
Agua Santa	633516.90	633516.91

3.1.3. Reconocimiento de la zona

Para iniciar con el levantamiento topográfico, en primera instancia se realizó un reconocimiento de la zona, de forma visual, tomando como referencia el camino de trocha existente, con lo cual se pudo obtener un alineamiento referencial, donde se pudo ubicar los puntos críticos y puntos obligatorios de paso, los cuales serán determinantes para el trazo de la vía y que facilitarán el trabajo de gabinete.

En este primer paso, se pudo conocer las principales características del terreno como:

- El tipo de suelo por el que está conformado la zona.
- La topografía propia del lugar, tramos llanos con ligeras pendientes.
- Ubicación de quebradas y otros accidentes naturales y/o artificiales.

Con la identificación de los puntos anteriores, se procede al traslado del equipo de trabajo, los cuales fueron apoyo para la ejecución del levantamiento topográfico, así como también los equipos y las herramientas necesarias para el trabajo tomando como punto inicial la salida noreste de la ciudad de Olmos, hasta llegar al caserío Agua Santa, cumpliendo un recorrido de 7.99 km.

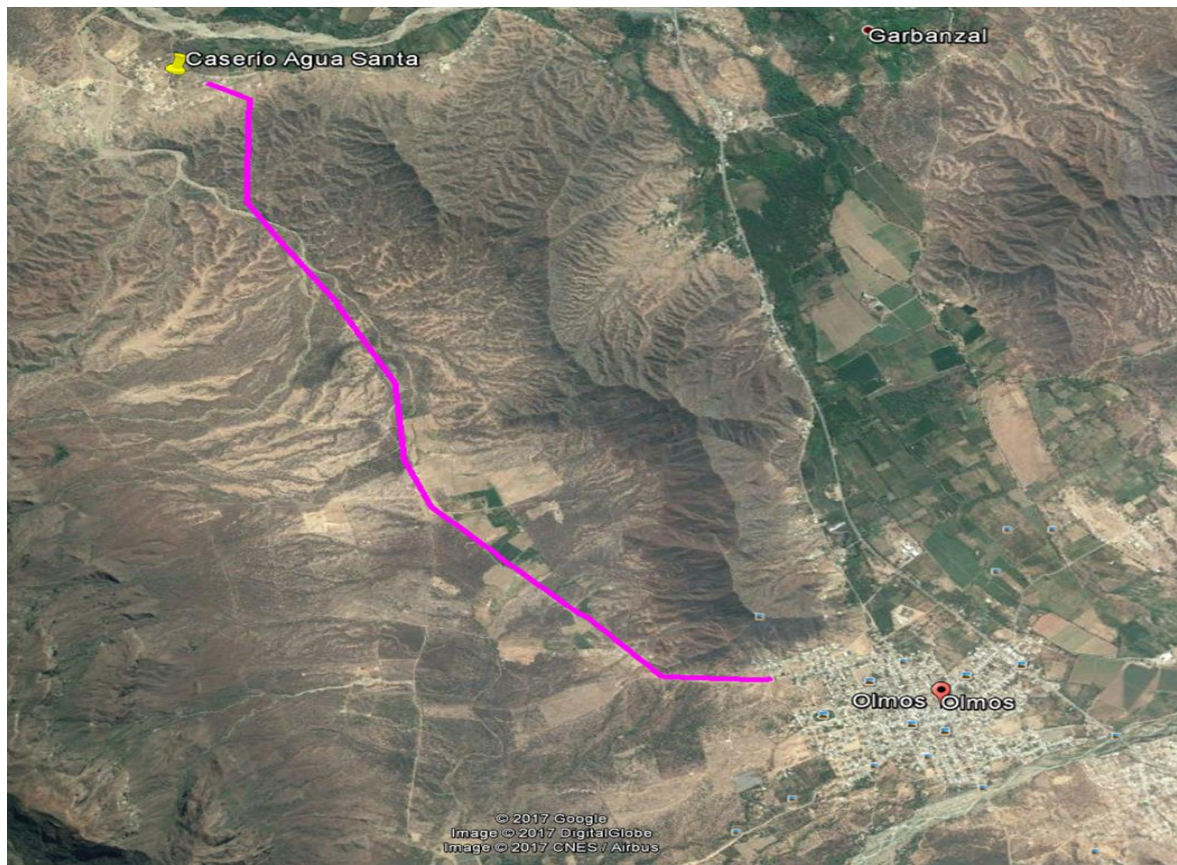


Figura 4: Alineamiento preliminar carretera Agua Santa - Olmos

3.1.4. Metodología de trabajo

Para la correcta obtención de datos para el estudio topográfico, se tuvo en consideración contar con la ayuda de personal de apoyo de la zona y equipo especializado en la toma de datos topográficos.

3.1.4.1. Personal

- 01 Tesista
- 03 pobladores

3.1.4.2. Equipos

- 01 Estación Total (TOPCOM)
- 01 Trípode
- 03 Prismas
- 01 GPS navegador (GARMIN)
- 01 Comba
- 01 Wincha de 50 m

3.1.4.3. Materiales

- 01 Libreta de anotación
- 01 lápiz
- 01 corrector de papel

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento topográfico

Para el presente estudio topográfico se utilizó un método combinado, haciendo la recolección de datos topográficos con una estación total y un GPS para ir contrastando datos.

Obtenido el levantamiento topográfico, el cual tuvo una duración de dos (02) días, se procedió a realizar los trabajos de gabinete y realizando el diseño geométrico a partir de la línea gradiente.

3.1.5.2. Puntos de estación

Para el levantamiento topográfico del presente estudio se colocaron puntos de estación a lo largo de la vía, dichos puntos han sido georreferenciados mediante GPS y se muestran a continuación:

Cuadro 2
Ubicación geográfica de BM's

PUNTO	DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ELEVACION
1	BM-01	636,909.12	9,338,205.75	165.17
2	BM-02	636,268.35	9,338,882.59	154.02
3	BM-03	635,683.35	9,339,530.04	154.00
4	BM-04	635,012.01	9,340,456.87	153.28
5	BM-05	634,806.90	9,341,283.47	144.37
6	BM-06	634,288.33	9,342,122.33	147.10
7	BM-07	634,269.95	9,342,962.48	163.16
8	BM-08	634,376.24	9,343,659.36	131.40

3.1.5.3 Toma de detalles y rellenos topográficos

Para poder trazar el alineamiento se tomaron en cuenta varios puntos de referencia, tales como puntos obligados de paso y zonas de cultivos, así como pases de agua, donde se han proyectado alcantarillas y pontones, dichos puntos están georreferenciados con coordenadas UTM en el cuadro a continuación:

Cuadro 3
Ubicación de Alcantarillas y badenes

Descripción	Progresiva	Este (m.)	Norte (m.)	Elevación (m.s.n.m.)
ALC-01	km 0+970	636672.8129	9338469.182	159.185
ALC-02	km 1+450	636325.303	9338810.653	154.421
ALC-03	km 1+840	636040.5289	9339079.434	152.988
ALC-04	km 2+740	635396.4943	9339654.728	156.976
ALC-05	km 3+195	635283.1193	9340098.81	152.446
ALC-06	km 3+360	635198.4989	9340282.869	150.452
ALC-07	km 4+320	634980.5807	9341128.753	146.475
ALC-08	km 5+160	634854.1452	9341328.797	146.691
ALC-09	km 5+800	634137.7833	9342523.365	140.701
BDN-01	km 5+240	634528.0763	9341903.908	145.657
BDN-02	km 5+780	634223.0866	9342337.886	142.094

Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Trabajo de gabinete

3.1.6.1 Procesamiento de datos

Los datos obtenidos en campo por medio del equipo topográfico son la base para el procesamiento de datos, con los cuales, utilizando software especializado podremos ingresar las coordenadas UTM y elevaciones de los puntos obtenidos en las diferentes estaciones a lo largo de la vía.

Luego, utilizando el software especializado, AutoCAD Civil 3D versión 2018 obtuvimos el relieve junto con las curvas de nivel de la zona en estudio.

3.1.6.2 Curvas de nivel

Estas curvas de nivel son generadas con la finalidad de mostrar la orografía del terreno por donde pasará la carretera Agua Santa – Olmos.

Dichas curvas de nivel tienen una equidistancia de 1.00 metros, para de esta manera poder identificar los cruces de agua y poder diseñar las obras de arte correspondientes. Estas curvas de nivel solo han sido calculadas en el área de intervención del trazo tentativo de la vía en estudio.

3.1.6.3 Planos

3.1.6.3.1 Trazo de la poligonal

El trazo de la poligonal tiene como referente al trazo tentativo tomado en campo y es la base para obtener un diseño definitivo de la vía.

Esta poligonal es abierta, ya que su punto inicial y final tienen ubicaciones diferentes, y su finalidad es establecer los puntos de intersección o (P.I.).

3.1.6.3.2 Perfil longitudinal

Para un adecuado diseño de carretera es imprescindible contar con un perfil longitudinal de la misma, ya que sus elementos nos permiten establecer pendientes y líneas de rasante y subrasante, factor necesario para el cálculo de movimiento de tierras.

3.1.7 Resultados

Luego de haber obtenido los datos en campo y posterior a su procesamiento, se procede a la elaboración de los planos que se enumeraran a continuación:

- Plano Clave: Vista general donde se identificará los elementos importantes y puntos de control, así como los trabajos a realizar.
- Plano de Ubicación: Vista completa del área donde se realizarán los trabajos en relación al área e afectación, así como puntos de referencia del proyecto.
- Plano de planta y perfil longitudinal: Vista paralela y en sección vertical a lo largo del eje de la carretera.
- Plano de secciones transversales: vistas verticales perpendiculares al eje de carretera y con una equidistancia de 20 metros en tramos de línea recta y cada 10 metros tramos curvos.
- Plano de secciones típicas: Vista en sección de la vía, identificando todos los elementos que la componen, tales como calzada, berma, cuneta.
- Plano de señalización: Ubicación en planta de las señales verticales que se integrarán al proyecto.

3.2. Estudio de mecánica de suelos (EMS) y cantera

3.2.1. Estudio de Mecánica de Suelos (EMS)

El EMS es el documento técnico fundamental e imprescindible para el diseño del pavimento y consiste en realizar la exploración del suelo cada cierta distancia de acuerdo a lo que manda la norma, con la finalidad de identificar las propiedades geotécnicas del suelo en estudio.

Las muestras tomadas en campo serán analizadas en laboratorio y sometida a ensayos de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO para conocer sus propiedades físicas y químicas.

3.2.1.1. Alcance

El presente EMS aplica únicamente para el proyecto: “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa - Olmos, distrito de Olmos - Lambayeque – Lambayeque”.

3.2.1.2. Objetivos

Identificar las características físicas y químicas del suelo en estudio y clasificarlo utilizando los métodos SUCS y AASHTO para mejorar la calidad del suelo de la vía que comprende al proyecto: “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa - Olmos, distrito de Olmos - Lambayeque – Lambayeque”

3.2.1.3. Descripción del proyecto

El presente proyecto corresponde al diseño de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa – Olmos, ubicado en distrito de Olmos, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque.

Dicho diseño ayudara a optimizar las características de la vía y mejorar la transitabilidad entre estas localidades para beneficio mutuo.

3.2.1.4. Descripción de los trabajos

Para el estudio de mecánica de suelo es fundamental la obtención de muestras, para lo cual iniciamos con una inspección y reconocimiento del lugar, para ubicar las calicatas de donde se obtendrán las muestras que serán llevadas a laboratorio.

Una vez obtenidas las muestras estas son llevadas a laboratorio donde se les realizará los ensayos correspondientes, donde obtendremos los datos necesarios para diseñar nuestro pavimento.

Cada calicata se realizó a una profundidad de 1.50 metros, tal como lo indica la norma de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

3.2.1.4.1 Trabajo de campo

Iniciamos con la excavación de calicatas de 1.00 x 1.00 metros y a una profundidad de 1.50 metros explorando el suelo apreciamos que el suelo es homogéneo a lo largo del eje de la carretera.

Las muestras obtenidas fueron de aproximadamente entre 25 y 35 kilogramos y recogidas en costales de plástico debidamente identificados con el número de la calicata de donde se extrajo la muestra. Así mismo se tomaron fotografías del perfil estratigráfico.

Luego de la realización de las calicatas, las muestras obtenidas fueron trasladadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo, para practicar los ensayos que están documentados en el manual de Carreteras.

3.2.1.4.2 Procedimiento

Para este estudio de mecánica de suelos se tuvo en consideración la normatividad vigente para establecer los parámetros para la extracción de muestras a lo largo de la vía en estudio, tramo entre el caserío Agua Santa y Olmos, según se indica en la tabla siguiente:

Tabla 3

Calicatas por Tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Numero mínimo de calicatas
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor a 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con una o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido.
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido.
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x Km x sentido
Carreteras duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido.
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido.
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x Km x sentido
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	4 calicatas x Km
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 y 401 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calicatas x Km
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400 y 201 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	2 calicatas x Km
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicatas x Km

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"

De acuerdo a esto, se realizaron las calicatas cada 1 km con una dimensión de 1.00 x 1.00 metros y con 1.50 metros de profundidad.

Adicional a esto se realizarán los ensayos de CBR para la sub-rasante, para verificar su estado y si es necesario el mejoramiento del suelo.

Tabla 4

Numero de Ensayos de CBR

Tipo de Carretera	CBR y Mr
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor a 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con una o más carriles	Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido
	Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido
	Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido
Carreteras duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido
	Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido
	Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día de una calzada de dos carriles	Cada 1 Km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 y 401 veh/día de una calzada de dos carriles.	Cada 1.5 Km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400 y 201 veh/día de una calzada de dos carriles.	Cada 2 Km se realizará un CBR
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Cada 3km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Contando con los parámetros dictados por la norma vigente, se muestra a continuación la ubicación de las calicatas para el presente proyecto.

Cuadro 4

Calicatas realizadas

N°	Descripción	Progresiva	Profundidad (m)	Estrato
1	CAL-01	Km 01+000	1.50	E-1
2	CAL-02	Km 02+000	1.50	E-1
3	CAL-03	Km 03+000	1.50	E-1
4	CAL-04	Km 04+000	1.50	E-1
5	CAL-05	Km 05+000	1.50	E-1
6	CAL-06	Km 06+00	1.50	E-1
7	CAL-07	Km 07+000	1.50	E-1
8	CAL-08	Km 08+000	1.50	E-1

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

3.2.1.4.3. Ensayos de laboratorio

Para realizar los ensayos a las muestras obtenidas se siguió el procedimiento establecido en el “Manual de Ensayo de Materiales – MTC”.

A continuación, se muestran los ensayos practicados a las muestras:

➤ Granulometría por tamizado (MTC E 107)

El propósito de este ensayo es identificar como están distribuidas las partículas dentro de la muestra a la cual se somete este ensayo.

Siguiendo lo establecido en la norma ASTM D422 determinamos los porcentajes de muestra que pasa por las diferentes regulaciones de tamices utilizados en este ensayo.

➤ Contenido de humedad (MTC E 108)

El propósito de este ensayo es calcular el porcentaje de agua existente en una muestra. Para lograr esto la muestra es sometida al calor dentro de un horno. Este procedimiento está basado en la norma ASTM D 2216.

➤ Límite Líquido (MTC E 110)

El propósito de este ensayo es medir la cohesión de la muestra en estudio y establecer los límites de transición entre el estado plástico y líquido.

Para este ensayo se agregó aproximadamente 200 gramos de muestra a la copa de Casagrande y luego dándole 25 golpes. Este procedimiento está basado en la norma NTP 339.129: Suelos.

➤ Limite Plástico (MTC E 111)

El propósito de este ensayo es hallar el índice de plasticidad de la muestra y su límite plástico.

Para esto se forman pequeños cilindros amasando con los dedos con diámetro aproximados a los 3 milímetros hasta que se desmorone.

Este procedimiento está basado en la norma NTP 339.129: Suelos.

➤ Proctor Modificado (MTC E 115)

El propósito de este ensayo es obtener una determinada compactación de la muestra considerando la densidad seca máxima en proporción a su contenido de humedad.

Este procedimiento está basado en la norma ASTM D 1557.

➤ CBR de Suelos (MTC E 132)

El ensayo de CBR tiene la finalidad de hallar la resistencia del suelo y de las capas a diseñar, como son la base, sub-base y la sub-rasante. Esto lo logramos con los ensayos de compactación, expansión y carga penetración.

Este procedimiento está basado en la norma ASTM D1883 y ASSHTO T 193.

Los ensayos de Granulometría por tamizaje (MTC 107), Contenido de Humedad (MTC 108), Limite Líquido (MTC 110) y Limite Plástico (111) son para clasificar, mientras que los ensayos de Proctor Modificado (MTC E 115) y CBR (MTC E 132) son para el diseño de espesor.

3.2.1.4.3. Calicatas

Calicata N° 1 (CAL-01)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.15m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color pardo pálido, textura franco arenoso con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.15 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena bien graduada con arcilla, color pardo pálido, consistencia blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SW-SC
- ✓ Contenido de Humedad: 4.56%
- ✓ Límites de consistencia: LL: 20.03%, LP: 18.02%, IP: 2.01%
- ✓ CBR al 95%: 7.49%
- ✓ CBR al 100%: 10.14%

Calicata N° 2 (CAL-02)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.15m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color pardo pálido, textura franco arenoso con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.15 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena limosa, color pardo pálido, consistencia blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SM
- ✓ Contenido de Humedad: 8.54%
- ✓ Límites de consistencia: LL: 32.15%, LP: 26.98%, IP: 5.17%

Calicata N° 3 (CAL-03)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.10m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color pardo pálido, textura franco arenoso con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.10 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena limo-arcillosa de baja plasticidad, color beige claro, consistencia semi-blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SC-SM
- ✓ Contenido de Humedad: 10.38%

- ✓ Límites de consistencia: LL: 20.93%, LP: 17.42%, IP: 3.51%

Calicata N° 4 (CAL-04)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.05m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color marrón, con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.05 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena limo-arcillosa de baja plasticidad, color beige claro, consistencia semi-blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SC-CM
- ✓ Contenido de Humedad: 9.51%
- ✓ Límites de consistencia: LL: 18.83%, LP: 12.13%, IP: 6.70%
- ✓ CBR al 95%: 8.81%
- ✓ CBR al 100%: 12.93%

Calicata N° 5 (CAL-05)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.15m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color marrón, con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.15 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena limo-arcillosa de baja plasticidad, color beige claro, consistencia semi-blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SW-SC
- ✓ Contenido de Humedad: 8.67%
- ✓ Límites de consistencia: LL: 29.34%, LP: 20.41%, IP: 8.93%

Calicata N° 6 (CAL-06)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.35m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color beige, con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.35 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena arcillosa, mediana plasticidad, color beige, consistencia semi blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SC

- ✓ Contenido de Humedad: 9.55%
- ✓ Límites de consistencia: LL: 27.44%, LP: 18.42%, IP: 9.02%

Calicata N° 7 (CAL-07)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.35m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color pardo pálido, textura franco arenoso con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.35 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena arcillosa mal graduada, color pardo pálido, consistencia blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SP-SC
- ✓ Contenido de Humedad: 11.15%
- ✓ Límites de consistencia: LL: 32.31%, LP: 26.45%, IP: 5.86%

Calicata N° 8 (CAL-08)

- ✓ E-01/ 0.00 – 0.35m.
- ✓ Granulometría: material de relleno color pardo pálido, con presencia de material orgánico.
- ✓ E-02/ 0.35 – 1.50m.
- ✓ Granulometría: arena arcillosa de mediana plasticidad, color beige, consistencia semi blanda
- ✓ Clasificación SUCS: SC
- ✓ Contenido de Humedad: 10.39%
- ✓ Límites de consistencia: LL: 30.97%, LP: 22.82%, IP: 8.15%

Cuadro 5
Resultado de ensayos de calicatas

EXCAVACIÓN	PROGRESIVA	UBICACIÓN		PROF (m)	Muestra	Espesor (m)	W%	SUCS	PLASTICIDAD (%)			PROCTOR		CBR 95% DSM
		E	N						L.L.	L.P.	I.P.	MDS	OCH	
C-1	KM 1 +320 ml	636653.496	9338489.956	1.50	C-1/E-1	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-1/E-2	1.35	4.56	SW-SC	20.03	18.02	2.01	1.77	11.20	7.49%
C-2	KM 3 +320 ml	635930.778	9339161.190	1.50	C-2/E-1	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-2/E-2	1.35	8.54	SM	32.15	26.98	5.17	-	-	-
C-3	KM 3 +330 ml	635312.675	9339905.546	1.50	C-3/E-1	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-3/E-2	1.40	10.38	SC-SM	20.93	17.42	3.51	-	-	-
C-4	KM 4 +330 ml	635123.051	9340836.230	1.50	C-4/E-1	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-4/E-2	1.45	9.51	SC-SM	18.83	12.13	6.70	1.98	8.40	8.81%
C-5	KM 5 +370 ml	634625.718	9341715.011	1.50	C-5/E-1	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-5/E-2	1.35	8.67	SW-SC	29.34	20.41	8.93	-	-	-
C-6	KM 6 +380 ml	634136.261	9342524.649	1.50	C-6/E-1	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-6/E-2	1.15	9.55	SC	27.44	18.42	9.02	-	-	-
C-7	KM 6 +850 ml	634236.396	9342971.627	1.50	C-7/E-1	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-7/E-2	1.15	11.15	SP-SC	32.31	26.45	5.86	-	-	-
C-8	KM 7 +780 ml	634356.756	9343671.018	1.50	C-8/E-1	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-8/E-2	1.15	10.39	SC	30.97	22.82	8.15	-	-	-

Fuente: EMS y Elaboración propia

Según los estratos encontrados en la excavación de calicatas se pudo generar los perfiles estratigráficos del suelo a una profundidad de 1.50 metros, tal como se muestra en la figura siguiente:

3.2.2. Estudio de cantera

Debido a que el diseño de la carretera en estudio necesita aporte de material, es necesario que esta muestra de afirmado cumpla con los requerimientos señalados por la norma vigente y pase los ensayos de mecánica de suelos a los que será sometida la muestra extraída de la cantera elegida para el aporte de material del proyecto.

3.2.2.1. Identificación de cantera

La cantera elegida para la extracción de los agregados para el proyecto “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre el caserío Agua Santa - Olmos, distrito de Olmos - Lambayeque – Lambayeque”, es la siguiente:

Nombre	:	Cantera “Olmos”
Ubicación	:	A 1.50 km de distancia de la progresiva: km 6+900
Coordenadas	:	E 633562.492 N 9340739.502
Tipo de cantera	:	Fluvial
Tratamiento	:	Procesado, seleccionado y utilizado
Material	:	Piedra y arena
Color	:	Grisáceo y beige pálido

La explotación de esta cantera será con maquinaria pesada, idealmente cargador frontal. Para el transporte del material extraído se deberá usar volquetes de 15 m3.

3.2.2.2. Evaluación de Cantera

Para obtener las características y propiedades del material de la cantera escogida se necesita realizar diversos ensayos de laboratorio, los cuales se nombran en el cuadro a continuación:

Cuadro 6

Ensayos a realizar a la muestra de cantera

1	Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107)
2	Humedad Natural (MTC E 108)
3	Límites de Atterberg, Limite Líquido (MTC E 110)
4	Límite Plástico, índice de Plasticidad (MTC E 111)
5	Proctor Modificado (MTC E 115)
6	CBR (MTC E 132)
7	Clasificación de suelos mediante método SUCS y AASHTO

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se muestra la siguiente tabla de resultados de los ensayos realizados a la muestra de material extraído de la cantera “Olmos”.

Cuadro 7

Resultado de ensayos de cantera

EXCAVACIÓN	PROGRESIVA	UBICACIÓN		PROF (m)	Muestra	Espesor (m)	W%	SUCS	PLASTICIDAD (%)			PROCTOR		CBR
		E	N						L.L.	L.P.	I.P.	MDS	OCH	
C-1	KM 6+900 ml	633562.492	9340739.502	3.00	C-1/E-1	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
					C-01/E-2	2.80	11.01	GW-GC	23.96	18.92	5.04	2.195	12.40	81.60%

De acuerdo al método SUCS la clasificación del suelo obtenido es:

3.2.3. Estudio de fuente de agua

A lo largo de la vía Agua Santa – Olmos existe varias quebradas que se activan en épocas de lluvia, así como una quebrada predominante que todo el año lleva agua y que es alimentada por el río Cascajal.

3.2.3.1. Ubicación

Esta quebrada se encuentra en la orilla derecha de la vía Agua Santa – Olmos, a unos 115 metros de longitud alejado de su eje a la altura de la progresiva: km: 5+300.

Coordenadas : E 634534.349
N 9342047.485

3.2.4. Conclusiones

Se logró establecer el tipo de suelo gracias a las calicatas realizadas, dando datos exactos de la clasificación del terreno, datos que posteriormente serán utilizados para elaborar un óptimo diseño de carretera.

Se utilizará como CBR de diseño el CBR mínimo arrojado por los estudios, el cual es 7.49%.

3.3. Estudio hidrológico y obras de arte

3.3.1. Hidrología

3.3.1.1. Generalidades

Todo proyecto de carretera es diseñado de manera integral, para salvaguardar en buen funcionamiento de la misma y asegurar que su infraestructura perdure el tiempo de diseño mínimo.

Partiendo de este concepto es que el estudio hidrológico es parte fundamental para el proyecto, ya que nos permite identificar el curso del mayor agente dañino para cualquier tipo de carretera, el agua. Así como también nos permite diseñar las diferentes estructuras complementarias al diseño de la carretera para dar el adecuado curso al agua de ríos o quebradas, también al curso final que tendrá el agua proveniente de las lluvias que se puedan efectuar en la zona de influencia del proyecto.

El caserío de Agua Santa y Olmos están ubicados en el límite de la cuenca hidrográfica del río Cascajal y ya que el proyecto se encuentra en la parte baja de la cuenca es fundamental conocer la hidrografía de la zona para elaborar un correcto diseño de drenaje para la carretera.

3.3.1.2. Objetivos del estudio

Los objetivos para el actual estudio hidrológico se detallan a continuación:

Llevar a cabo el estudio de la cuenca correspondiente al área donde se llevará a cabo el proyecto, así como determinar la precipitación para realizar un cálculo hidráulico adecuado.

Determinar los caudales máximos para los diversos elementos de drenaje que acompañaran al proyecto en toda su trayectoria. Estos diseños deberán regirse por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, para de esta manera garantizar la correcta evacuación de aguas de lluvia y la correcta canalización de ríos y quebradas que puedan atravesar la carretera Agua Santa – Olmos.

3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

Se debe tomar en cuenta la siguiente información:

3.3.2.1. Información pluviométrica

Para la recopilación de datos pluviométricos fue necesario tomar la información de la estación meteorológica más cercana, la cual es la estación meteorológica “Pasabar” ubicada en el distrito de Olmos de la cual se pudo obtener la información para la realización de nuestro estudio hidrológico.

Estación Meteorológica Pasabar

Distrito: Olmos

Latitud: 5° 50' 13.7"

Provincia: Lambayeque

Longitud: 79° 49' 8.8"

Departamento: Lambayeque

Altitud: 120 m.s.n.m

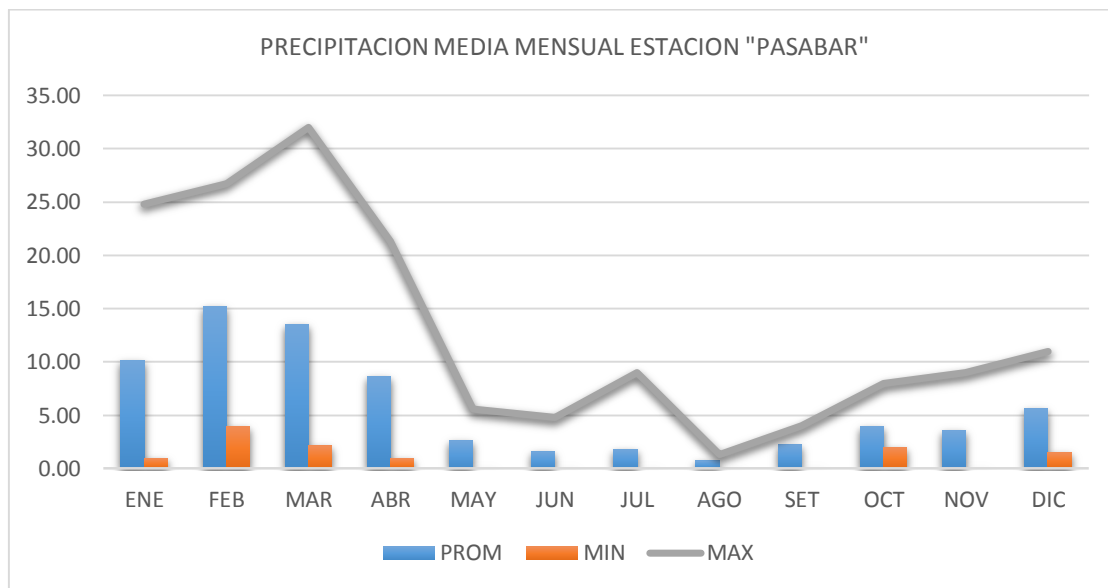
En la tabla siguiente se muestra la información registrada por la Estación Pasabar de los últimos 15 años. Esta información fue agenciada por el SENHAMI:

Tabla 5
Información pluviométrica Estación Pasabar

N°	AÑO	MESES												Max (mm/24hr)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	2002	24.80	19.50	15.50	7.00	5.60	0.00	9.00	1.00	1.50	5.00	3.20	2.50	24.80
2	2003	7.00	12.50	13.50	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	5.00	5.40	13.50
3	2004	12.00	S:D	16.00	2.00	2.50	0.00	0.00	1.00	2.50	6.00	1.00	3.00	16.00
4	2005	16.50	12.50	15.50	4.00	3.90	0.00	5.80	T	1.00	2.00	0.00	5.50	16.50
5	2006	1.00	4.00	2.10	1.00	0.90	T	T	0.80	3.60	3.50	5.00	5.00	5.00
6	2007	4.80	9.00	9.00	13.00	2.00	2.00	T	T	T	2.50	4.00	11.00	13.00
7	2008	6.40	S:D	17.90	9.50	2.50	2.30	T	T	2.50	8.00	2.10	7.00	17.90
8	2009	16.50	19.10	17.50	21.30	1.70	1.00	0.00	0.70	4.00	4.00	2.50	5.00	21.30
9	2010	11.00	22.00	32.00	2.80	2.50	T	T	1.00	2.50	2.00	9.00	10.80	32.00
10	2011	12.50	13.00	11.00	10.50	4.00	2.30	3.30	T	3.70	2.50	8.90	6.60	13.00
11	2012	6.60	15.00	5.60	7.00	2.80	2.00	0.00	T	2.70	2.00	2.80	2.00	15.00
12	2013	7.30	17.00	15.20	12.60	2.30	4.80	0.00	1.30	3.00	5.00	1.80	1.50	17.00
13	2014	14.50	12.00	9.80	17.50	4.00	3.00	0.00	T	0.20	7.50	0.20	7.00	17.50
14	2015	8.00	26.70	11.50	8.50	1.80	T	0.00	0.00	S:D	S:D	4.80	6.00	26.70
15	2016	3.00	15.50	10.00	3.30	S:D	S:D	S:D	S:D	S:D	S:D	S:D	S:D	15.50
PROM		10.13	15.22	13.47	8.60	2.61	1.58	1.81	0.73	2.27	4.00	3.59	5.59	17.65
PRECIP.	MIN	1.00	4.00	2.10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1.50	
PRECIP.	MAX	24.80	26.70	32.00	21.30	5.60	4.80	9.00	1.30	4.00	8.00	9.00	11.00	

Fuente: SENHAMI y Elaboración propia

Figura 5: Precipitación media mensual de la Estación “Pasabar”



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los gráficos y a la tabla de resultados podemos decir que las máximas precipitaciones se dan en los meses de enero, febrero y marzo, siendo esta última la mayor de todas con 32 mm de lluvia, y la precipitación mínima se da en los meses de estiaje, que son entre los meses de mayo y setiembre.

3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

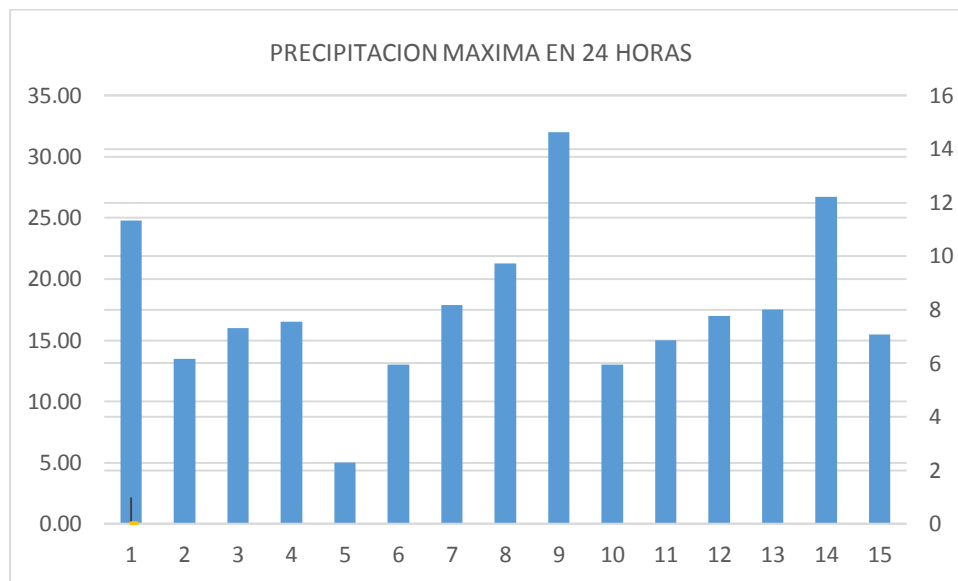
Tabla 6

Precipitación máxima en 24 horas Estación “Pasabar”

Precipitaciones Máximas		
N°	Año	Max (mm/24hr)
1	2002	24.80
2	2003	13.50
3	2004	16.00
4	2005	16.50
5	2006	5.00
6	2007	13.00
7	2008	17.90
8	2009	21.30
9	2010	32.00
10	2011	13.00
11	2012	15.00
12	2013	17.00
13	2014	17.50
14	2015	26.70
15	2016	15.50

Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Precipitación máxima en 24 horas Estación “Pasabar”



Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

Modelos de distribución:

Se hará uso de los diferentes modelos de distribución para la estimación de precipitaciones, intensidades y caudales máximos para los diversos periodos de retorno de 500, 200, 100, 50, 25, 20, 10, 5 y 2 años, con lo cual se obtiene el error Tabular y el error Teórico. A continuación, se menciona los diversos modelos de distribución de los cuales se hizo uso para el análisis de frecuencias:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbell
- Distribución Log Gumbell

Para el análisis de frecuencias se hizo uso del software Hidroesta, del cual se obtuvieron los caudales para los periodos de retorno de 500, 200, 100, 50, 25, 20, 10, 5 y 2 años y a continuación se muestra la Tabla de resumen con los resultados del programa:

Tabla 7
Precipitación máxima en 24 horas

Años	Modelos de distribución						
	D. Normal (mm)	D. Log Normal 2 parámetros	D. Log Normal 3 parámetros	D. Log Gamma 2 parámetros	D. Log Gamma 3 parámetros	D. Gumbell	D. Log Gumbell
500	37.57	59.84	38.65	45.18	38.88	47.60	115.40
200	35.57	52.50	36.31	41.54	36.59	42.86	84.64
100	33.92	47.12	34.42	38.66	34.73	39.27	66.92
50	32.11	41.87	32.40	35.64	32.70	35.67	52.86
25	30.11	36.72	30.19	32.47	30.48	32.04	41.69
20	29.41	35.08	29.43	31.40	29.71	30.87	38.59
10	27.00	29.97	26.86	27.91	27.11	27.15	30.26
5	24.09	24.76	23.83	24.04	24.03	23.28	23.49
2	18.52	17.20	18.30	17.64	45.06	17.43	16.02
Δ TEORICO	0.0998	0.134	0.0874	0.1019	0.08865	0.0793	0.1808
Δ TABULAR	0.3512	0.3512	0.3512	0.3512	0.3512	0.3512	0.3512

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados se ajustan a la distribución con un nivel de significancia del 5%.

El modelo de distribución es el que presenta el menor error Teórico, y este es la Distribución de Gumbel con un Δ de 0.0793 y Δ Tabular de 0.3512.

Para la verificación de los resultados el Δ Tabular tiene que ser mayor a:

Tabla 8
Valores críticos “d” Kolmogorov - Smirnov

Tamaño de la muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32

Fuente: Aparicio(1999)

Por lo tanto: $0.3512 > 0.34$

3.3.2.4. Curvas de intensidad máxima – Duración – Frecuencia

3.3.2.4.1 Intensidad máxima

Para calcular la intensidad máxima de lluvia durante un lapso de 24 horas, se siguió el modelo matemático de Yance Tueros descrito por la siguiente formula:

$$I_{max} = a \times P_{max24h}^b$$

Donde:

I_{max} : Intensidad máxima de precipitación
 p_{max24} : Precipitación máxima en 24 horas
 a, b : Parámetros del modelo Bell y Yance Tueros; 0.4602, 0.876

$$I_{max} = 0.4602 \times 27.14^{0.876}$$

$$I_{max} = 8.294 \text{ mm/h}$$

3.3.2.4.2 Precipitación máxima – duración - frecuencia

Para calcular la precipitación máxima usamos el modelo matemático de Frederick Bell, y lo calculamos con respecto a un periodo de retorno y a la duración de una precipitación pluvial usando la ecuación siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{10}^{60}$$

Donde:

T : Periodo de retorno en años
t : tiempo en minutos
 P_{10}^{60} : lamina de lluvia en 60 min con un periodo retorno de 10 años

Teniendo los valores de “P” podemos hallar los valores para “d” de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9

Precipitación máxima

PRECIPITACIONES								
T (años)	Pmax24h	Imax P(T=10, t=60)	Duración (min)					
			5	10	15	20	30	60
500	43.95	8.294	4.655	6.968	8.518	9.718	11.562	15.182
200	40.85	8.294	4.164	6.233	7.620	8.693	10.343	13.581
100	38.11	8.294	3.793	5.677	6.941	7.918	9.421	12.370
50	36.81	8.294	3.421	5.122	6.261	7.143	8.499	11.160
25	32.56	8.294	3.050	4.566	5.582	6.368	7.577	9.949
20	30.02	8.294	2.931	4.387	5.363	6.119	7.280	9.559
10	26.84	8.294	2.559	3.831	4.684	5.344	6.358	8.348
5	24.18	8.294	2.188	3.276	4.005	4.569	5.436	7.137
2	17.54	8.294	1.697	2.541	3.106	3.544	4.216	5.537

Fuente. Elaboración propia

3.3.2.4.3 Intensidad promedio

“la intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, pág. 34)

De acuerdo a lo citado la intensidad se puede describir de la siguiente manera:

$$i = \frac{P}{td}$$

Donde:

P : Profundidad de la lluvia en milímetros (mm)
td : Duración en horas (h)

Tabla 10

Intensidad promedio

INTENSIDAD PROMEDIO								
T (años)	Pmax24h	Imax P(T=10, t=60)	Duración (min)					
			5	10	15	20	30	60
500	43.95	8.294	55.857	41.805	34.073	29.154	23.124	15.182
200	40.85	8.294	49.968	37.398	30.481	26.080	20.686	13.581
100	38.11	8.294	45.513	34.064	27.763	23.755	18.842	12.370
50	36.81	8.294	41.058	30.729	25.046	21.430	16.998	11.160
25	32.56	8.294	36.603	27.395	22.328	19.105	15.153	9.949
20	30.02	8.294	35.169	26.322	21.453	18.356	14.560	9.559
10	26.84	8.294	30.714	22.987	18.736	16.031	12.715	8.348
5	24.18	8.294	26.259	19.653	16.018	13.706	10.871	7.137
2	17.54	8.294	20.370	15.245	12.426	10.632	8.433	5.537

Fuente. Elaboración propia

3.3.2.4.4 Intensidad máxima

Para hallar la intensidad máxima usamos la siguiente formula:

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Donde:

K, m y n:	Se obtienen mediante regresión múltiple
I :	Intensidad máxima en mm/h
T :	Periodo de retorno en años
t :	Duración de la precipitación en minutos

Mediante la realización de la regresión múltiple se hallaron los valores para las constantes k, m y n, las cuales se muestran a continuación.

Cuadro 8

Análisis de regresión múltiple

Estadísticas de la regresión		
Coeficiente de correlación múltiple	1.685189924	
Error de estación Y	0.025995621	
Coeficiente de determinación R^2	0.986738581	
Coeficientes X	0.1785471	-0.526822
Error típico	0.0048711	0.0103279
Observaciones	54	
Fuente: Elaboración propia		

K : 48.334
m : 0.175
n : 0.537

Tabla 11

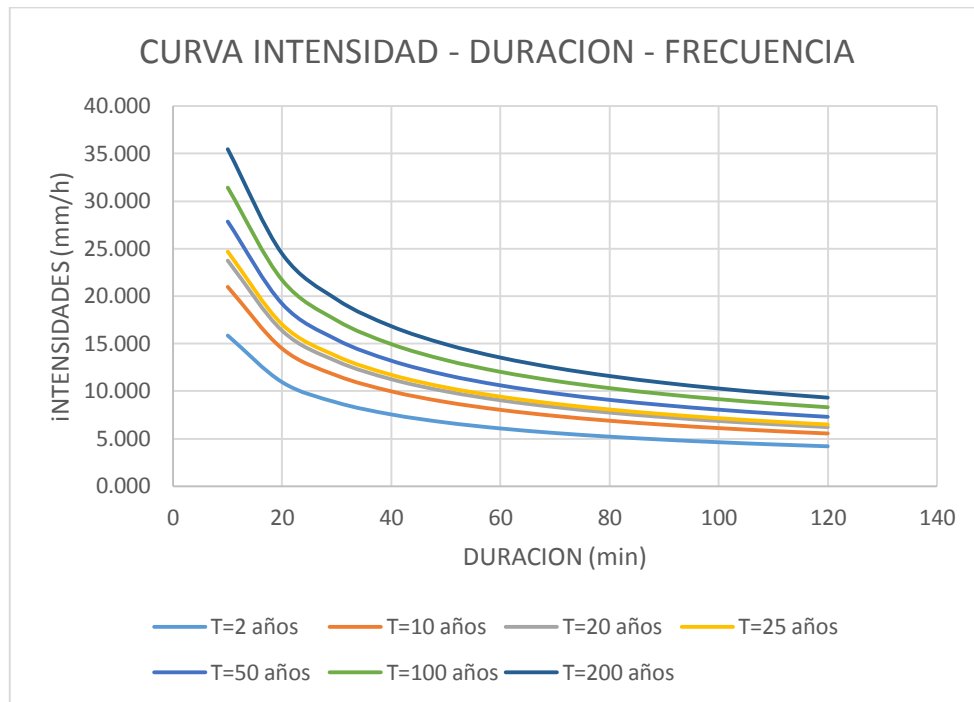
Periodo de retorno en años

Duración (tmin)	Periodos de Retorno (Taños)						
	2	10	20	25	50	100	200
10	15.846	21.002	23.710	24.654	27.834	31.423	35.476
20	10.921	14.474	16.341	16.992	19.183	21.657	24.450
30	8.785	11.642	13.144	13.667	15.430	17.420	19.666
40	7.527	9.976	11.262	11.711	13.221	14.926	16.851
50	6.677	8.849	9.990	10.388	11.728	13.241	14.948
60	6.054	8.024	9.059	9.419	10.634	12.006	13.554
70	5.573	7.386	8.339	8.671	9.789	11.052	12.477
80	5.188	6.875	7.762	8.071	9.112	10.287	11.614
90	4.870	6.454	7.286	7.576	8.554	9.657	10.902
100	4.602	6.099	6.885	7.160	8.083	9.125	10.302
110	4.372	5.795	6.542	6.802	7.680	8.670	9.788
120	4.173	5.530	6.243	6.492	7.329	8.274	9.341

Fuente. Elaboración propia

Figura 7

Curva Intensidad – Duración – Frecuencia



Fuente: Elaboración propia

3.3.2.5 Análisis de cuencas

3.3.2.5.1 Tiempo de concentración

“Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, pág. 38), y depende de los siguientes factores:

- A la forma de la cuenca, es decir, si la cuenca abarca un mayor recorrido, el tiempo de concentración será mucho mayor que una cuenca que abarque un recorrido menor.
- A la pendiente, es decir si la orografía de la cuenca tiene pendientes más pronunciadas, la velocidad de recorrido será mayor, originando un menor tiempo de concentración.
- Al área, es decir, si el área de la cuenca es mayor, entonces también lo será su tiempo de concentración.

Para hallar el tiempo de concentración para cuencas pequeñas utilizaremos la fórmula de California Culverts Practice (1942):

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

L: Longitud del curso de agua más largo (m)

H: Diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (m)

Tabla 12
Intensidades Máximas

N° Cuenca	Progresiva	Long. De Cauce (m)	Área (km ²)	Elevación (m)		H (m)	S (m/m)	Tc min
				min	máx			
1	3+360	280	1.10	150	179	29.00	0.10	0.41
2	5+160	460	1.95	142	195	53.00	0.12	0.47
3	5+800	346	1.75	136	198	62.00	0.18	0.36

Fuente. Elaboración propia

3.3.2.6. Cálculos de caudales

3.3.2.6.1 Método racional

“Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca.” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, pág. 49)

Dado que las áreas de las cuencas no superan los 10 km², se utilizó el método racional para hallar la descarga máxima de diseño, la cual está dada por la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 \text{ CIA}$$

Dónde:

Q	:	Descarga máxima de diseño (m ³ /s)
C	:	Coeficiente de escorrentía
I	:	Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)
A	:	Área de la cuenca (km ²)

Tabla 13
Coeficientes de escorrentía

Cobertura Vegetal	Tipo de Suelo	Pendiente del Terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin Vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.34	0.30	0.25	0.20
Pastos, Vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Teniendo en consideración la tabla anterior y dado a que las pendientes del terreno son menores al 5% en un suelo semipermeable y con vegetación moderada; podemos afirmar que el coeficiente de escorrentía es 0.45.

Teniendo este dato ahora podremos hacer el cálculo de caudales, tal como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 14

Calculo de caudales

N° Cuenca	Progresivas	Coordenadas		Área (km ²)	Obra de drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal Máximo (m ³ /s)
		Este	Norte							
1	3+360	635205.398	9340273.597	1.10	Alc. De paso	0.45	0.41	40	13.67	1.88
2	5+160	634575.828	9341835.649	1.95	Alc. De paso	0.45	0.47	40	15.43	3.77
3	5+800	634213.077	9342350.473	1.75	Alc. De paso	0.45	0.36	40	12.30	2.70

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

3.3.3. Hidráulica y drenaje

3.3.3.1. Drenaje superficial

El agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, tanto de la propia carretera como de lo aportado por los taludes superiores adyacentes, debe ser encauzada y evacuada de tal forma que no se produzcan daños a la carretera ni afecte su transitabilidad. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, pág. 171)

Para evitar el impacto negativo que se podría generar en la carretera por parte del agua, es necesario el diseño de cunetas a lo largo de la longitud de la carretera, para de esta manera captar y evacuar las acumulaciones de agua en la plataforma.

3.3.3.2 Periodo de retorno

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje(2016), nos muestra el periodo de retorno en el siguiente cuadro para alcantarillas, cunetas y badenes. (pág. 25)

Cuadro 15

Periodo de retorno para obras de arte

Tipo de Obra	Periodo de retorno (años)	Vida útil (años)
Alcantarilla de alivio	20	25
Alcantarilla de paso	50	25
Cuneta	20	25
Baden	50	25

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

3.3.3.2. Diseño de cunetas

“Las cunetas son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial.” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, pág. 173)

Su ubicación debe ser paralela al eje de alineamiento de la carretera y contiguo a la calzada y su tecnología de construcción debe garantizar la resistencia a la erosión por efecto del agua.

Para el presente proyecto la sección de la cuneta se ha considerado de forma triangular.

3.3.3.2.1 Caudal de aporte (Q)

“Es el caudal calculado en el área de aporte correspondiente a la longitud de cuneta.” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, pág. 177)

Se denomina con la letra “Q” y está definido por la siguiente formula:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

Donde:

Q : Caudal en m³/s

C : Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A : Área aportante en Km²

I : Intensidad de la lluvia de diseño en mm/h

Tabla 16

Calculo de caudal de diseño para cunetas

N°	Precipitación			Talud de corte						Drenaje de carpeta de rodadura						Q total Q1 + Q2 (m3/seg)
	Desde	Hasta	L (km)	Ancho trib. (km)	Area trib. (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad max. (mm/hr)	Q1 (m3/seg)	Ancho trib. (km)	Area trib. (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad max. (mm/hr)	Q2 (m3/seg)	
1	0+000	0+450	0.45	0.10	0.045	0.65	10	16.995	0.1381	0.003	0.0014	0.65	10	16.995	0.0041	0.1422
2	0+450	0+970	0.52	0.10	0.052	0.65	10	16.995	0.1596	0.003	0.0016	0.65	10	16.995	0.0048	0.1644
3	0+970	1+450	0.48	0.10	0.048	0.65	10	16.995	0.1473	0.003	0.0014	0.65	10	16.995	0.0044	0.1517
4	1+450	2+100	0.65	0.10	0.065	0.65	10	16.995	0.1995	0.003	0.0020	0.65	10	16.995	0.0060	0.2054
5	2+100	2+740	0.64	0.10	0.064	0.65	10	16.995	0.1964	0.003	0.0019	0.65	10	16.995	0.0059	0.2023
6	2+740	3+195	0.46	0.10	0.046	0.65	10	16.995	0.1396	0.003	0.0014	0.65	10	16.995	0.0042	0.1438
7	3+195	3+400	0.21	0.10	0.021	0.65	10	16.995	0.0629	0.003	0.0006	0.65	10	16.995	0.0019	0.0648
8	3+400	3+895	0.50	0.10	0.050	0.65	10	16.995	0.1519	0.003	0.0015	0.65	10	16.995	0.0046	0.1564
9	3+895	4+320	0.43	0.10	0.043	0.65	10	16.995	0.1304	0.003	0.0013	0.65	10	16.995	0.0039	0.1343
10	4+320	4+570	0.25	0.10	0.025	0.65	10	16.995	0.0767	0.003	0.0008	0.65	10	16.995	0.0023	0.0790
11	4+570	5+050	0.48	0.10	0.048	0.65	10	16.995	0.1473	0.003	0.0014	0.65	10	16.995	0.0044	0.1517
12	5+050	5+480	0.43	0.10	0.043	0.65	10	16.995	0.1319	0.003	0.0013	0.65	10	16.995	0.0040	0.1359
13	5+480	5+980	0.50	0.10	0.050	0.65	10	16.995	0.1534	0.003	0.0015	0.65	10	16.995	0.0046	0.1580
14	5+980	6+320	0.34	0.10	0.034	0.65	10	16.995	0.1043	0.003	0.0010	0.65	10	16.995	0.0031	0.1075
15	6+320	6+850	0.53	0.10	0.053	0.65	10	16.995	0.1626	0.003	0.0016	0.65	10	16.995	0.0049	0.1675
16	6+850	7+300	0.45	0.10	0.045	0.65	10	16.995	0.1381	0.003	0.0014	0.65	10	16.995	0.0041	0.1422
17	7+300	7+520	0.22	0.10	0.022	0.65	10	16.995	0.0675	0.003	0.0007	0.65	10	16.995	0.0020	0.0695
18	7+520	7+830	0.31	0.10	0.031	0.65	10	16.995	0.0951	0.003	0.0009	0.65	10	16.995	0.0029	0.0980
19	7+830	7+992	0.16	0.10	0.016	0.65	10	16.995	0.0496	0.003	0.0005	0.65	10	16.995	0.0015	0.0511

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2.2 Diseño de Cuneta

Dimensiones:

Tabla 17

Dimensiones de cuneta según región

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a < 1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy Lluviosa (De 1600 a <3000mm/año)	0.40	1.20
Muy Lluviosa (>3000mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Talud de corte:

Tabla 18

Talud de corte para cuneta según terreno

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	< 5m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5 - 10m	1:10	1:4 - 1:2	1:1	1:1	*
	< 10m	1:8	1:2	*	*	*

* Requerimientos de banqueta y/o estudio de estabilidad

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Para el presente diseño se consideraron las siguientes proporciones:

H: V 0.5:1 (talud interior)

H: V 2:1 (talud exterior)

Diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico de las cunetas utilizaremos la ecuación de Manning:

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

Donde:

Q: Caudal en m³/s

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección (m²)

P: Perímetro mojado (m)

Rh: A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado)

S: Pendiente del fondo (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

Considerando la sección triangular de la cuneta se muestran las siguientes fórmulas:

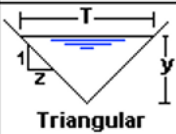
Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$

Tabla 19

Coeficientes de rugosidad de Manning según superficie

n	Superficie
0.01	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre
0.011	Concreto muy liso
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones
0.02	Canales naturales de tierra, libres de vegetación
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.04	Arroyos de montaña con muchas piedras

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Cálculo de Áreas:

$$A = \left(\frac{zy^2}{2} \right) m^2 =$$

A ₁ =	0.125
A ₂ =	0.015625
A _T =	0.140625

Perímetro:

$$P = \sqrt{(ZY)^2 + y^2} = P_1 = 0.559017$$

$$P_2 = 0.2795085$$

$$P_T = 0.8385255$$

Relaciones Geométricas

Sección	Tirante	Pendiente		Área Hidráulica	Perímetro mojado	Radio Hidráulico	Espejo de agua	Borde libre	Altura
Triangular	y	Z1	Z2	A	P	P	T	B	H
	0.25	2	0.5	0.078	0.800	0.098	0.625	0.15	0.4

Tipo de terreno		Ec. Manning		Max. Calc.
Rugosidad	Pendiente terreno	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)	Caudal (m3/s)
n	s	v	Q	Q
0.025	0.100	2.596	0.203	0.107

$$Q_{\text{maning}} > Q_{\text{aporte}}$$

$$0.203 > 0.107$$

De acuerdo a los cálculos realizados, se evidencia que el Caudal de Manning es mayor que el Caudal de aporte, por lo tanto, el diseño de la cuneta es válido.

3.3.3.2.3 Diseño de Alcantarilla

“Se define como alcantarilla a la estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, pág. 70)

De acuerdo a las visitas realizadas y al estudio hidrológico, mostramos en la siguiente tabla a continuación la ubicación ideal para alcantarillas de paso y de alivio.

Cuadro 9
Ubicación de alcantarillas

Descripción	Progresiva	Tipo	Este (m.)	Norte (m.)	Elevación (m.s.n.m.)
ALC-01	km 0+970	A	636672.812 9	9338469.182	159.185
ALC-02	km 1+450	A	636325.303	9338810.653	154.421
ALC-03	km 1+840	A	636040.528 9	9339079.434	152.988
ALC-04	km 2+740	A	635396.494 3	9339654.728	156.976
ALC-05	km 3+195	A	635283.119 3	9340098.81	152.446

ALC-06	km 3+360	P	635198.498 9	9340282.869	150.452
ALC-07	km 4+320	A	634980.580 7	9341128.753	146.475
ALC-08	km 5+160	P	634854.145 2	9341328.797	146.691
ALC-09	km 5+800	P	634137.783 3	9342523.365	140.701

Fuente: Elaboración propia

Se proyectaron 06 alcantarillas de alivio y 03 alcantarillas de paso.

Al momento de hacer el recorrido en campo y elaborar el estudio hidrológico se pudieron observar 04 alcantarillas existentes en buen estado de conservación, que sirven como pases de agua para los canales de regadío existentes y a veces como alcantarillas de aliviadero en épocas de lluvia. Estas alcantarillas fueron construidas por iniciativa de los dueños de las parcelas de cultivo aledañas a la carretera.

Así mismo las alcantarillas existentes y proyectadas son de sección circular y de TMC (Tubería Metálica Corrugada).

Tabla 20
Caudal de aporte

N°	Precipitación			Talud de corte						Drenaje de carpeta de rodadura						
	Desde	Hasta	L (km)	Ancho trib. (km)	Área trib. (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad max. (mm/hr)	Q1 (m3/seg)	Ancho trib. (km)	Área trib. (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad max. (mm/hr)	Q2 (m3/seg)	Q total Q1 + Q2 (m3/seg)
1	0+000	0+450	0.45	0.10	0.045	0.65	40	10.83	0.0880	0.003	0.0014	0.2	10	10.83	0.0008	0.0888
2	0+450	0+970	0.52	0.10	0.052	0.65	40	10.83	0.1017	0.003	0.0016	0.2	10	10.83	0.0009	0.1026
3	0+970	1+450	0.48	0.10	0.048	0.65	40	10.83	0.0939	0.003	0.0014	0.2	10	10.83	0.0009	0.0947
4	1+450	2+100	0.65	0.10	0.065	0.65	40	10.83	0.1271	0.003	0.0020	0.2	10	10.83	0.0012	0.1283
5	2+100	2+740	0.64	0.10	0.064	0.65	40	10.83	0.1251	0.003	0.0019	0.2	10	10.83	0.0012	0.1263
6	2+740	3+195	0.46	0.10	0.046	0.65	40	10.83	0.0890	0.003	0.0014	0.2	10	10.83	0.0008	0.0898
7	3+195	3+400	0.21	0.10	0.021	0.65	40	10.83	0.0401	0.003	0.0006	0.2	10	10.83	0.0004	0.0405
8	3+400	3+895	0.50	0.10	0.050	0.65	40	10.83	0.0968	0.003	0.0015	0.2	10	10.83	0.0009	0.0977
9	3+895	4+320	0.43	0.10	0.043	0.65	40	10.83	0.0831	0.003	0.0013	0.2	10	10.83	0.0008	0.0839
10	4+320	4+570	0.25	0.10	0.025	0.65	40	10.83	0.0489	0.003	0.0008	0.2	10	10.83	0.0005	0.0493
11	4+570	5+050	0.48	0.10	0.048	0.65	40	10.83	0.0939	0.003	0.0014	0.2	10	10.83	0.0009	0.0947
12	5+050	5+480	0.43	0.10	0.043	0.65	40	10.83	0.0841	0.003	0.0013	0.2	10	10.83	0.0008	0.0849
13	5+480	5+980	0.50	0.10	0.050	0.65	40	10.83	0.0978	0.003	0.0015	0.2	10	10.83	0.0009	0.0987
14	5+980	6+320	0.34	0.10	0.034	0.65	40	10.83	0.0665	0.003	0.0010	0.2	10	10.83	0.0006	0.0671
15	6+320	6+850	0.53	0.10	0.053	0.65	40	10.83	0.1036	0.003	0.0016	0.2	10	10.83	0.0010	0.1046
16	6+850	7+300	0.45	0.10	0.045	0.65	40	10.83	0.0880	0.003	0.0014	0.2	10	10.83	0.0008	0.0888
17	7+300	7+520	0.22	0.10	0.022	0.65	40	10.83	0.0430	0.003	0.0007	0.2	10	10.83	0.0004	0.0434
18	7+520	7+830	0.31	0.10	0.031	0.65	40	10.83	0.0606	0.003	0.0009	0.2	10	10.83	0.0006	0.0612
19	7+830	7+992	0.16	0.10	0.016	0.65	40	10.83	0.0316	0.003	0.0005	0.2	10	10.83	0.0003	0.0319

Fuente: Elaboración propia

Caudal Máximo : 0.1283
 Alcantarillas de alivio : 06 und
 Alcantarillas de paso : 03 und
 Alcantarillas existentes : 08 und

3.3.3.2.3.1 Cálculo hidráulico de Alcantarillas

El cálculo de las alcantarillas de alivio y de paso se realizará mediante la fórmula de Manning. A su vez se empleará el software HCANALES para la verificación de los caudales.

Alcantarilla de alivio TMC Ø 24"

Relaciones Geométricas							
Seccion	Tirante	Angulo (rad)	Area Hidraulica	Perimetro mojado	Radio Hidráulico	Espejo de agua	Altura
Circular	y	θ	A	P	R	T	D
	0.300	3.142	0.141	0.942	0.150	0.600	0.600


Tipo de Terreno		Ec. De Manning	Max. Calculado
Rugosidad	Pendiente terreno	Caudal (m3/s)	Caudal (m3/s)
n	S	Q	Q
0.025	0.020	0.226	0.138

Lugar:
Tramo:

Proyecto:
Revestimiento:

Datos:





Tirante (y): m
Diámetro (d): m
Rugosidad (n):
Pendiente (S): m/m

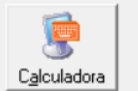


Resultados:

Caudal (Q): m3/s
Area hidráulica (A): m2
Radio hidráulico (R): m
Número de Froude (F):
Tipo de flujo:

Velocidad (v): m/s
Perímetro mojado (p): m
Espejo de agua (T): m
Energía específica (E): m-Kg/Kg

 Calcular
 Limpiar Pantalla
 Imprimir
 Menú Principal

 Calculadora

Según los datos obtenidos podemos concluir que el caudal calculado es mayor al caudal de aporte, por lo tanto, es conforme el diseño de la alcantarilla de alivio de Ø 24".

Para las alcantarillas de paso se consideró el cálculo de caudal de más micro-cuencas y adicionalmente el caudal hallado en el tramo de cuneta que carga dicha alcantarilla, tal como se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 21
Caudales para alcantarillas de paso

N° Cuenca	Progresivas	Coordenadas		Area (km2)	Obra de drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal Cuenca (m3/s)	Caudal Cuneta (m3/s)	TOTAL (m3/s)
		Este	Norte									
1	3+360	635205.398	9340273.597	1.10	Alc. De paso	0.45	0.41	40	13.67	1.88	0.02	1.90
2	5+160	634575.828	9341835.649	1.95	Alc. De paso	0.45	0.47	40	15.43	3.77	0.05	3.82
3	5+800	634213.077	9342350.473	1.75	Alc. De paso	0.45	0.36	40	12.30	2.70	0.03	2.73

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Luego de la obtención de los caudales se procedió al cálculo hidráulico de las alcantarillas de Ø 48" y de Ø 60".


Alcantarilla de paso TMC Ø 48"

Relaciones Geométricas			
Tipo de terreno		Ec. Manning	Max. Calc.
Rugosidad	Pendiente terreno	Caudal (m3/s)	Caudal (m3/s)
n	s	Q	Q
0.025	0.020	0.226	0.138

Lugar:	OLMOS	Proyecto:	TESIS
Tramo:	AGUA SANTA - OLMOS	Revestimiento:	

Datos:

Tirante (y):	0.9	m
Diámetro (d):	1.2	m
Rugosidad (n):	0.025	
Pendiente (S):	0.02	m/m



Resultados:


Caudal (Q):	2.6144	m3/s	Velocidad (v):	2.8734	m/s
Área hidráulica (A):	0.9099	m2	Perímetro mojado (p):	2.5133	m
Radio hidráulico (R):	0.3620	m	Espejo de agua (T):	1.0392	m
Número de Froude (F):	0.9805		Energía específica (E):	1.3208	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Alcantarilla de paso TMC Ø 60"

Lugar: <input type="text" value="OLMOS"/> Tramo: <input type="text" value="AGUA SANTA - OLMOS"/>	Proyecto: <input type="text" value="TESIS"/> Revestimiento: <input type="text"/>
---	---

Datos:

Tirante (y) :	<input type="text" value="1.1"/>	m
Diámetro (d) :	<input type="text" value="1.5"/>	m
Rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.025"/>	
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.02"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q) :	<input type="text" value="4.6154"/>	m3/s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="3.3232"/>	m/s
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="1.3888"/>	m2	Perímetro mojado (p) :	<input type="text" value="3.0845"/>	m
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.4503"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="1.3266"/>	m
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="1.0370"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="1.6629"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

Teniendo todos los cálculos para alcantarillas realizados, a continuación, se muestra un cuadro resumen:

Cuadro 22
Cuadro resumen de alcantarillas de paso

N° Cuenca	Progresivas	Coordenadas		Área (km2)	Obra de drenaje	Caudal Calculado (m3/s)	Diámetro Comercial (pulg.)	Cantidad
		Este	Norte					
1	3+360	635205.398	9340273.597	0.00	Alc. De paso	1.88	48"	1.00
2	5+160	634575.828	9341835.649	10.00	Alc. De paso	3.77	60"	1.00
3	5+800	634213.077	9342350.473	10.00	Alc. De paso	2.70	48"	1.00

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3. Conclusiones

El presente estudio de hidrología nos ha permitido encontrar los datos para las cuencas que intersectan directamente con la carretera en estudio, arrojando un panorama claro para proyectar la ubicación de alcantarillas de alivio y alcantarillas de paso, las cuales de acuerdo a los cálculos realizados fueron dimensionados con diámetros de Ø 24", 48" y 60" respectivamente.

Las cunetas fueron diseñadas en forma triangular y con las dimensiones de 1.00 x 0.40 m.

Para el desfogue de las cunetas se consideraron tramos que varían entre los 400.00 y los 500.00 metros de longitud.

3.4. Diseño Geométrico de la carretera

3.4.1. Generalidades

En la presente tesis, el diseño geométrico empleado será el que se rige bajo los parámetros del Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Para lo cual determinaremos los elementos necesarios para el diseño de la geometría en planta, perfil longitudinal y sección transversal que conlleve a un eficiente flujo de los vehículos beneficiarios.

3.4.2. Normatividad

Para obtener un adecuado diseño de la carretera en estudio hay que seguir y cumplir con los parámetros establecidos en las siguientes normas:

- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 del MTC, aprobado por Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14 de 30.01.2018.
- Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Tránsito del MTC, aprobado por Resolución Directoral N° 084-2005-MTC/14 del 16.11.2005.
- Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, aprobado por Resolución Directoral N° 016-2016-MTC/14 del 31.05.2016.

3.4.3. Clasificación de las carreteras

3.4.3.1. Clasificación por demanda

Según la DG-2018, las carreteras pueden clasificarse de acuerdo al IMDA (Índice Medio Diario Anual), y estas son:

Tabla 23
Clasificación de carreteras por Demanda

Tipo	IMDA
Autopistas de Primera Clase	mayor a 6,000 veh/día
Autopistas de Segunda Clase	entre 6,000 y 4,001 veh/día
Carreteras de Primera Clase	entre 4,000 y 2,001 veh/día
Carreteras de Segunda Clase	entre 2,000 y 400 veh/día
Carreteras de Tercera Clase	Menor a 400 veh/día.
Trocha carrozable	Menor a 200 veh/día

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Por consecuente nuestra carretera en estudio se puede clasificar según su demanda como una Carretera de Tercera Clase, ya que su IMDA es mejor a 400 veh/día.

3.4.3.2. Clasificación por su orografía

Para la clasificación por orografía empleamos el siguiente cuadro:

Cuadro 10
Orografía del terreno

ZONA	DH	COTAS		Δh	Tg α	$\alpha = \text{Arctg} (\Delta h/DH)$	TOPOGRAFIA
		MAYOR	MENOR				
D1	105	148	140	8	0.08	4.36%	plana
D2	48	152	140	12	0.25	14.04%	ondulada
D3	150	146	146	0	0.00	0.00%	plana
D4	215	140	140	0	0.00	0.00%	plana
D5	80	148	146	2	0.03	1.43%	plana
D6	70	142	136	6	0.09	4.90%	plana
D7	80	140	136	4	0.05	2.86%	plana
D8	86	160	140	20	0.23	13.09%	ondulada
D9	100	180	162	18	0.18	10.20%	ondulada
D10	80	160	142	18	0.23	12.68%	ondulada
D11	124	148	132	16	0.13	7.35%	plana
D12	190	148	132	16	0.08	4.81%	plana
D13	158	144	142	2	0.01	0.73%	plana
D14	120	162	134	28	0.23	13.13%	ondulada
D15	126	158	132	26	0.21	11.66%	ondulada
D16	122	146	136	10	0.08	4.69%	plana
D17	164	166	136	30	0.18	10.37%	ondulada
D18	156	160	146	14	0.09	5.13%	plana
D19	106	172	162	10	0.09	5.39%	plana
D20	152	174	160	14	0.09	5.26%	plana

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos conseguimos afinar que la topografía del terreno es plana.

3.4.4. Estudio de tráfico

3.4.4.1. Generalidades

El estudio de tráfico para el presente proyecto nos ayudará a conocer y cuantificar el volumen de los vehículos que transitan por la vía que conecta el caserío de Agua Santa y Olmos. Este estudio es indispensable para poder hacer el diseño de la carretera ya que en función al IMDa se establecerán los parámetros para la vía.

3.4.4.2. Metodología

El estudio de tráfico se realizó cumpliendo las siguientes etapas:

- Recopilación de datos
- Procesamiento de datos
- Análisis de datos

3.4.4.3.1. Recopilación de datos

La recopilación de datos para este estudio de tráfico se obtendrá de fuentes referenciales y fuentes directas.

- **Fuentes referenciales**

Son las que pertenecen a fuentes oficiales y referidas a proyectos similares que cuenten con estudio de tráfico.

- **Fuentes directas**

Son las que complementan la verificación de los datos obtenidos en el conteo vehicular, también está dividida en dos etapas:

- Trabajo de campo: consta de la recopilación de datos mediante el conteo de vehículos. Para esto se establecieron estaciones de control a lo largo del tramo de la vía que conecta el caserío de Agua Santa y Olmos.

Durante el proceso de reconocimiento del tramo a evaluar se establecieron las siguientes estaciones para el conteo vehicular:

Cuadro 11

Ubicación de estaciones de conteo

Tramo	Estación
Olmos – Sector la mina	E-01
Sector la mina – Agua Santa	E-02

Fuente: Elaboración propia

- Trabajo de gabinete: luego de la recopilación de datos en campo utilizando el respectivo llenado de los formatos para aforo vehicular, se procede al procesamiento de estos datos para la obtención del IMD.

3.4.4.3.2. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos es exclusivamente realizado en gabinete utilizando los datos obtenidos de las estaciones de conteo vehicular. Este proceso se realiza con la ayuda de hojas de cálculo en Excel.

3.4.4.3.3. Análisis de datos

La finalidad de la realización del estudio de tráfico es tener una idea clara del flujo vehicular de la vía.

Para poder establecer el Índice Medio Diario (IMD) se debe considerar el factor de corrección y con estos resultados hacer la proyección de tráfico, así como la clasificación vehicular.

3.4.4.3. Índice Medio Diario (IMD)

Para encontrar el Índice Medio Diario (IMD) utilizaremos la formula a continuación:

$$IMD = IMDs \times FC$$

Para estaciones de siete (07) días:

$$IMDs = \left[\frac{(\Sigma V_l + V_s + V_d)}{7} \right]$$

Donde:

IMDs	=	Volumen clasificado promedio de la semana
VI	=	Volumen clasificado día laboral, de lunes a viernes
Vnl	=	Volumen clasificado días no laborables, sábado y Domingo (Vnl=Vs+Vd)
FC	=	Factor de corrección

3.4.4.4. Factor de corrección (FC)

El factor de corrección (FC) se obtiene a través de los datos obtenidos de una estación de peaje, esto con el propósito de corregir la fluctuación de volumen de tráfico a causa de las variaciones temporales que se producen a lo largo del año.

Para calcular del factor de corrección (FC), se utilizó la información proporcionada por la Oficina General de Planificación y Planeamiento (OGPP) del MTC correspondiente a la estación de peaje más cercana al proyecto, la cual es la estación de peaje “Mocce”, ubicada en la antigua carretera panamericana km 2+000 RN-01B en la provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque.

$$FC = \frac{IMD \text{ anual}}{IMD \text{ de la unidad de peaje}}$$

A continuación, en el cuadro a continuación se muestran los factores de corrección hallado para cada tipo de vehículo.

Tabla 24

Factores de corrección aplicado al proyecto

Punto de control	Unidad de Peaje	Mes	FC Vehículo ligero	FC Vehículo pesado
Antigua Panamericana Norte	Mocce	Febrero	1.01588750077494	1.11004726186741

Fuente: Elaboración propia y Unidades de Peaje PVN – OGPP MTC

3.4.4.5. Resultados del conteo vehicular

De acuerdo a los datos obtenidos en campo referente al conteo de vehículos que son usuarios de la carretera en estudio, nos arrojó los siguientes resultados:

Tabla 25

Resultado de conteo vehicular

VEHICULO	IMD	%
Auto	5	36.44%
Camioneta	6	48.94%
Combi Rural	1	10.41%
Micro	0	0.00%
Bus	0	0.00%
Camión 2 Ejes	1	4.20%
Camión 3 Ejes	0	0.00%
Camión 4 Ejes	0	0.00%
Articulado	0	0.00%
TOTAL	13	100.00%

Fuente: Elab. Propia

3.4.4.6 Tráfico generado

El tráfico generado es el que se origina como consecuencia de la construcción, mejoramientos y/o rehabilitaciones y/o el incremento en la dinámica de las actividades

socioeconómicas que son inducidas por la implantación del proyecto en el área de influencia.

Dentro de esta perspectiva, se ha considerado un incremento conservador de 20% como tráfico generado sobre el tráfico normal. Este porcentaje es por el incremento en Turismo, Comercio y Agroindustria. Esta tasa se aplicará a todos los tipos de vehículos: Ligeros, Buses, Camión 2 Ejes, Camión 3 Ejes y Articulados.

3.4.4.7 Proyección de trafico

Tabla 26
Proyección de Trafico carretera Agua Santa – Olmos

PROYECCION DE TRAFICO GENERADO DEL PROYECTO AÑO 2018- 2027											
VEHICULO	Tasa Crec.	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Auto	20.00%	5	6	7	8	10	12	14	17	20	25
Camioneta	20.00%	6	8	9	11	13	16	19	23	27	33
Combi Rural	20.00%	1	2	2	2	3	3	4	5	6	7
Micro	20.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus	20.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2 Ejes	20.00%	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3
Camión 3 Ejes	20.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4 Ejes	20.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Articulado	20.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	20%	13	16	19	23	27	32	39	47	56	67

Fuente: Elaboración propia

3.4.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural

3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA)

El cálculo vehicular podrá realizarse mediante cálculo de tasas de crecimiento y proyección. De la misma manera se tendrá que hacer uso del conteo vehicular desde una estación previamente establecida en una ubicación estratégica a lo largo de la carretera en estudio.

A continuación, se muestra el IMDA obtenido del conteo vehicular realizado en la carretera en estudio.

Tabla 27
IMDA del proyecto

VEHICULO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Vierne s	Sabado	Domingo	Total Semana	IMDS= $\sum VI$ /7	FC	IMDa=IMDs* FC
Auto	4	6	6	5	4	6	4	35	5	0.9499579	5
Camioneta	6	6	6	6	6	5	12	47	7	0.9499579	6
Combi Rural	1	1	1	1	1	1	4	10	1	0.9499579	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9499579	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9499579	0
Camion 2 Ejes	1	0	0	0	1	1	1	4	1	0.9583451	1
Camion 3 Ejes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9583451	0
Camion 4 Ejes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9583451	0
Articulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9583451	0
TOTAL	12	13	13	12	12	13	21	96	14		13

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.2. Velocidad de diseño

“Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño”. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 97)

La velocidad de diseño que se utilizará en el presente diseño según la orografía de la carretera está determinada en la siguiente tabla:

Tabla 28

Velocidad de Diseño para el proyecto

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de Primera Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de Segunda Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Primera Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Segunda Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Tercera Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018 y Propia

De acuerdo a los datos de la Tabla N° 01 podemos observar que para una carretera de tercera clase con orografía plana podemos escoger velocidades que van desde los 30 km/h hasta los 100 km/h. para nuestro proyecto trabajaremos con una velocidad de diseño mínima de 30 km/h.

3.4.5.3. Radios mínimos

“Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 129). Para el cálculo de radios mínimos usaremos la formula siguiente:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(P_{max} + f_{max})}$$

Donde:

Rmin: Radio mínimo

V: Velocidad de diseño

Pmáx: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

fmax: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

En la tabla a continuación se muestra los radios mínimos en función al tipo de velocidad de diseño.

Tabla 29
Radios mínimos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P max (%)	f max	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Area rural (plana u ondulada)	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667	670
	130	8	0.08	831.7	835

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geometrico DG-2018

De acuerdo a la tabla mostrada podemos visualizar que el radio mínimo para el proyecto es de 50.00 metros.

En la tabla siguiente se muestra el cuadro de radios diseñados para el alineamiento del proyecto.

Tabla 30

Radios usados en el diseño de la carretera Agua Santa - Olmos

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES						
Nº CURVA	R	PC	PI	PT	NORTE (Y)	ESTE (X)
PI:1	600	0+343.32	0+579.59	0+793.48	9338160.85	636999.176
PI:2	200	1+935.74	1+955.66	1+975.45	9339128.96	635990.008
PI:3	200	2+094.67	2+145.64	2+194.49	9339230.92	635829.546
PI:4	350	2+376.99	2+496.91	2+608.05	9339540.09	635658.38
PI:5	120	2+724.98	2+785.01	2+836.31	9339657.06	635385.516
PI:6	400	3+241.97	3+318.49	3+393.18	9340183.97	635257.625
PI:7	200	3+531.81	3+644.66	3+737.30	9340451.66	635068.081
PI:8	100	3+858.77	3+902.00	3+940.37	9340706.07	635179.042
PI:9	300	4+449.25	4+478.81	4+508.18	9341240.74	634950.012
PI:10	350	5+791.15	5+947.12	6+084.60	9342451.8	634119.453
PI:11	300	6+399.87	6+464.62	6+527.41	9342972.77	634245.445
PI:12	200	6+772.76	6+864.73	6+945.16	9343367.76	634170.367
PI:13	50	7+133.73	7+285.52	7+258.99	9343705.5	634440.252
PI:14	200	7+533.33	7+596.28	7+655.29	9343579.69	633967.64
PI:15	80	7+872.44	7+899.22	7+924.12	9343684.8	633679.336

Fuente: Elaboración propia

Finalmente podemos corroborar que se ha cumplido con los parámetros establecidos para radios mínimos en el diseño de la carretera en estudio.

3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

El ancho de la calzada en tangente, se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 191)

A continuación, se muestra los parámetros para anchos mínimos a usar en el proyecto.

Tabla 31
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Carretera			
Tráfico vehículos/día	< 400			
Tipo	Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño:				
30 km/h			6.00	6.00
40 km/h	6.00	6.00	6.00	
50 km/h	6.00	6.00	6.00	
60 km/h	6.00	6.00		
70 km/h	6.00	6.00		
80 km/h	6.00	6.00		
90 km/h	6.00	6.00		
100 km/h				
110 km/h				
120 km/h				
130 km/h				

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

De acuerdo a la orografía y a la velocidad de diseño del proyecto, se establece un ancho mínimo de calzada en tangente de 6.60 metros.

3.4.5.5. Distancia de visibilidad

Es la distancia mínima de visualización que tiene el conductor frente a el sobre la carretera para poder realizar maniobras con seguridad.

La norma estipula tres tipos de distancias de visibilidad:

- Distancia de Visibilidad de Parada
- Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento
- Distancia de Visibilidad de Cruce con otra vía

3.4.5.5.1 Distancia de Visibilidad de Parada

“Es la distancia mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en

su trayectoria” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 104), y nos proporciona la formula siguiente para hallar la distancia de parada (Dp):

$$Dp = \frac{V \times Tp}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Donde:

- Dp : Distancia de parada
V : Velocidad de diseño
Tp : Tiempo de percepción
f : Coeficiente de fricción
i : Pendiente longitudinal
+i : Subidas respecto al sentido de circulación
-i : Bajadas respecto al sentido de circulación

para poder determinar la Distancia de parada tenemos que tener en cuenta la velocidad de diseño y la pendiente longitudinal, de acuerdo a la Tabla 32:

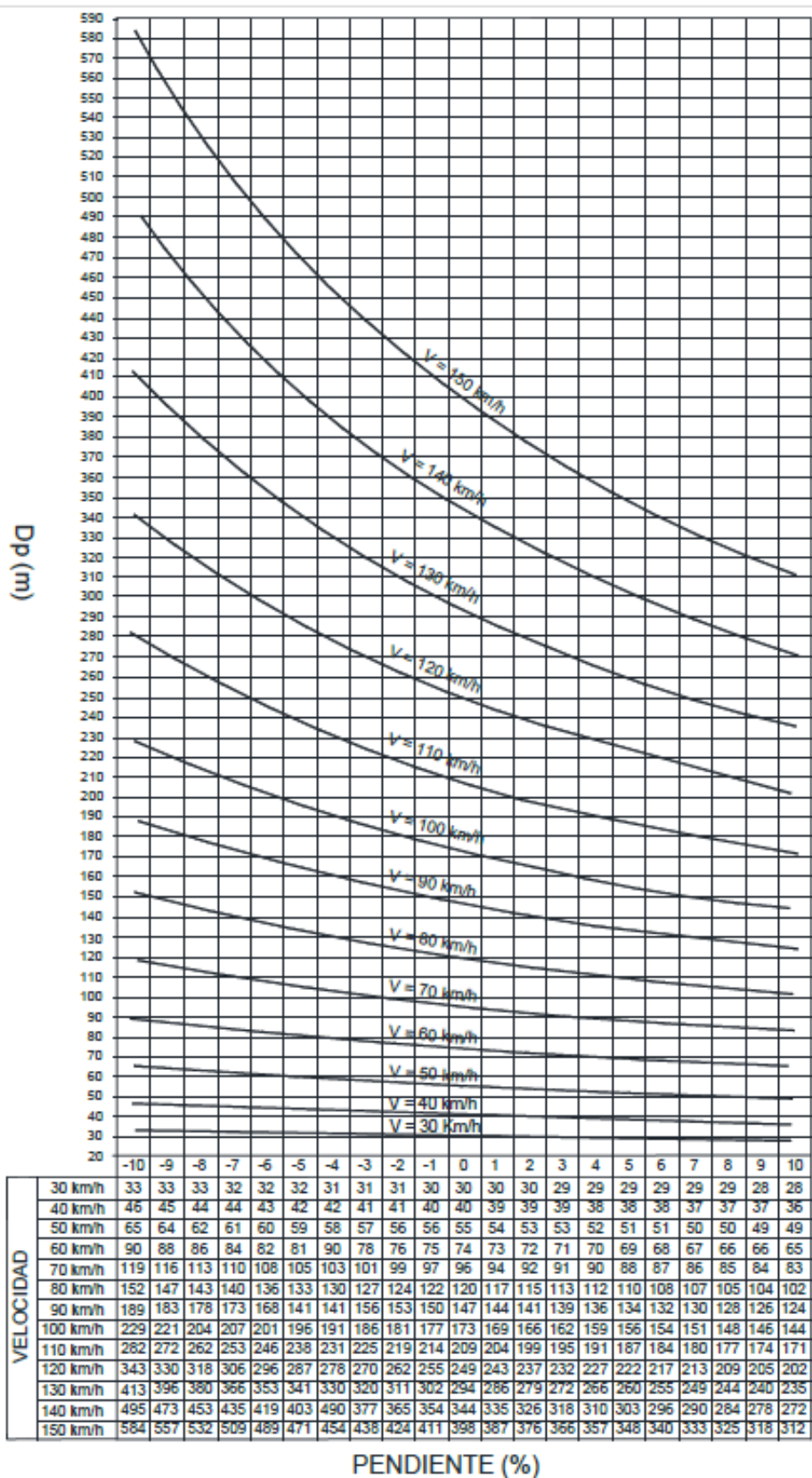
Tabla 32

Distancia de visibilidad de parada

Velocidad de Diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	50	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	241
130	287	310	338	375	267	252	238

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018 y Propia

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)



3.4.5.5.2 Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento

Tabla 33

Distancia de Visibilidad Mínima de adelantamiento

VELOCIDAD ESPECIFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTUA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHICULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHICULO QUE ADELANTA (km/h)	MINIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	275
50	44	59	241	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018 y Propia

De acuerdo a los 40 km/h que tenemos como velocidad directriz, la velocidad para el vehículo adelantado tendría que ser de 36 km/h y cumpliendo con una distancia mínima de visibilidad para adelantamiento de 200 m.

3.4.6. Diseño geométrico en planta

3.4.6.1. Generalidades

“Los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal), deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía.” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 125)

3.4.6.2. Tramos en tangente

Tabla 34
Tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual de carreteras: DG-2018

Dónde:

L mín.s : Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx: Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h)

Para el presente proyecto los valores de tramo en tangente deberán ser:

Lmin s= 56m

Lmin o= 111m

Lmax= 668m.

3.4.6.3. Curvas circulares

"Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de

las curvas reales o espaciales.” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 128)

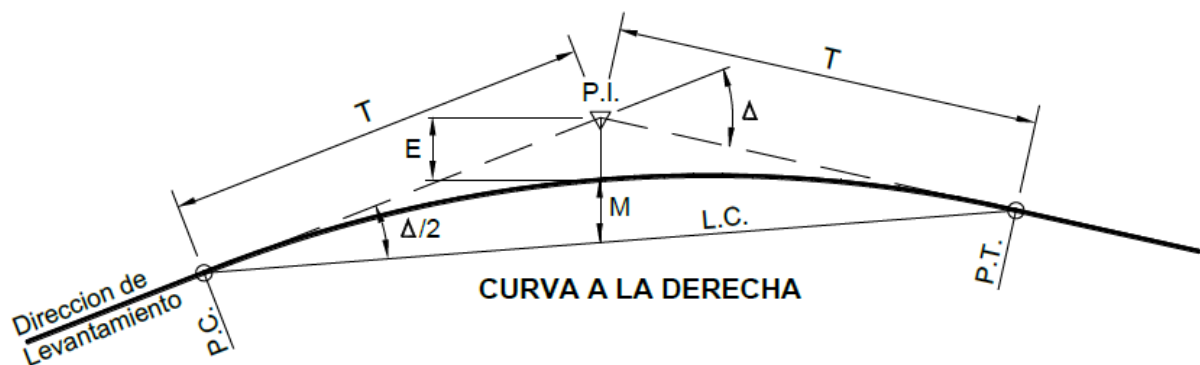
Las curvas son las que le dan fluidez y una suave transición al alineamiento cuando ocurren cambios de dirección. Por tal motivo estos parámetros están directamente ligados a la velocidad de diseño.

3.4.6.3.1 Elementos de curva

Para garantizar la seguridad y estabilidad de los vehículos que transitan por una carretera y hacen uso de las curvas existentes en ella, es necesario diseñar de manera correcta cada uno de los elementos que componen dicha curva.

Figura 8:

Elementos de curva



P.C. = Punto de Inicio de la Curva
P.I. = Punto de Intersección
P.T. = Punto de Tangencia
E = Distancia a Externa (m.)
M = Distancia de la Ordenada Media (m.)
R = Longitud del Radio de la Curva (m.)
T = Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.)
L = Longitud de la Curva (m.)
L.C. = Longitud de la Cuerda (m.)
 Δ = Angulo de Deflexión

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$L.C. = 2 R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$$

$$M = R[1 - \cos(\Delta/2)]$$

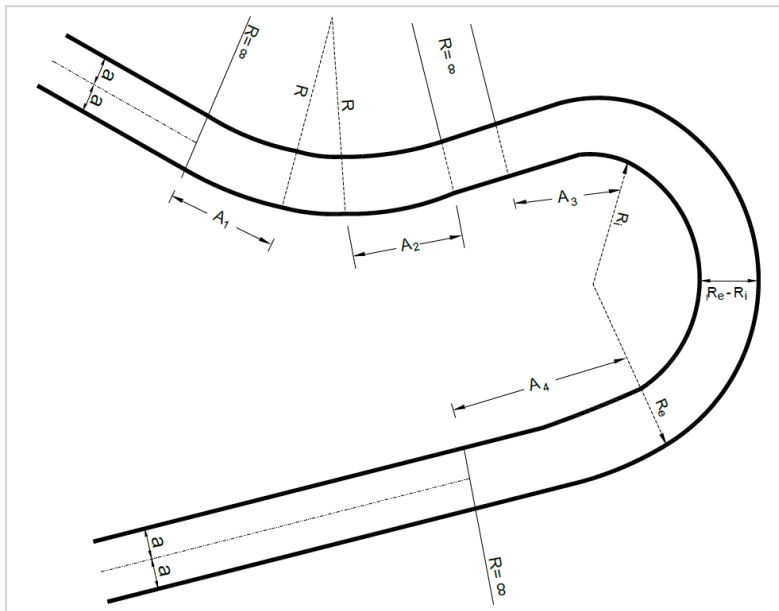
$$E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$$

3.4.6.4. Curvas de vuelta

Las curvas de vuelta las utilizamos para llegar al nivel de cota deseado sin sobrepasar la pendiente máxima establecida. La composición de estas curvas tiene como parámetro un radio interior y exterior mínimo los cuales se desarrollan dentro del alineamiento pre establecido.

Figura 9

Curva de Vuelta



Para hallar el radio exterior (R_e) y radio interior (R_i) tenemos que considerar los siguientes vehículos de diseño:

- T2S2 : Camión semirremolque, describe curva de retorno.
- C2 : Camión de dos ejes, describe curva al igual que un Automóvil.
- C2+C2 : Dos camiones de dos ejes, describe curva simultánea.

Según la DG-2018 podemos obtener los valores de " R_e " según el " R_i ":

TABLA 35

RADIO EXTERIOR (Re) Y RADIO INTERIOR (Ri)

RADIO INTERIOR Ri (m)	RADIO EXTERIOR MINIMO Re (m) SEGÚN MANIOBRA PREVISTA		
	T2S2	C2	C2+C2
6.00	14.00	15.75	17.50
7.00	14.50	16.50	18.25
8.00	15.25	17.25	19.00
10.00	16.75	18.75	20.50
12.00	18.25	20.50	22.25
15.00	21.00	23.25	24.75
20.00	26.00	28.00	29.25

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018

Luego de haber mencionado todos los elementos de curva y los tipos de curva que están diseñadas en el proyecto, se adjunta la tabla de elementos de curva de todo el proyecto, la cual cumple con todos los parámetros de diseño descritos anteriormente.

Tabla 36
Elementos de Curvas Horizontales

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES														
Nº CURVA	SENTIDO	Δ	R	L	T	E	M	LC	PC	PI	PT	NORTE (Y)	ESTE (X)	SA
PI:1	D	42°59'13"	600	450.16	236.27	44.84	41.72	439.67	0+343.32	0+579.59	0+793.48	9338160.85	636999	0.40
PI:2	I	11°22'41"	200	39.72	19.92	0.99	0.99	39.65	1+935.74	1+955.66	1+975.45	9339128.96	635990	0.80
PI:3	D	28°35'51"	200	99.82	50.97	6.39	6.2	98.79	2+094.67	2+145.64	2+194.49	9339230.92	635830	0.80
PI:4	I	37°49'31"	350	231.06	119.92	19.97	18.9	226.89	2+376.99	2+496.91	2+608.05	9339540.09	635658	0.50
PI:5	D	53°09'10"	120	111.32	60.03	14.18	12.68	107.37	2+724.98	2+785.01	2+836.31	9339657.06	635386	1.30
PI:6	I	21°39'32"	400	151.21	76.52	7.25	7.12	150.31	3+241.97	3+318.49	3+393.18	9340183.97	635258	0.50
PI:7	I	58°51'59"	200	205.48	112.85	29.64	25.81	196.56	3+531.81	3+644.66	3+737.30	9340451.66	635068	0.80
PI:8	D	46°45'10"	100	81.6	43.22	8.94	8.21	79.35	3+858.77	3+902.00	3+940.37	9340706.07	635179	1.50
PI:9	I	11°15'18"	300	58.93	29.56	1.45	1.45	58.84	4+449.25	4+478.81	4+508.18	9341240.74	634950	0.60
PI:10	I	48°02'18"	350	293.45	155.97	33.18	30.31	284.93	5+791.15	5+947.12	6+084.60	9342451.8	634119	0.50
PI:11	D	24°21'27"	300	127.53	64.75	6.91	6.75	126.58	6+399.87	6+464.62	6+527.41	9342972.77	634245	0.60
PI:12	I	49°23'25"	200	172.4	91.97	20.13	18.29	167.12	6+772.76	6+864.73	6+945.16	9343367.76	634170	0.80
PI:13	D	143°32'05"	50	125.26	151.78	109.8	34.36	94.98	7+133.73	7+285.52	7+258.99	9343705.5	634440	2.70
PI:14	D	34°56'18"	200	121.96	62.94	9.67	9.22	120.08	7+533.33	7+596.28	7+655.29	9343579.69	633968	0.80
PI:15	I	37°00'50"	80	51.68	26.78	4.36	4.14	50.79	7+872.44	7+899.22	7+924.12	9343684.8	633679	1.80

Fuente: AutoCAD Civil 3D y elaboración propia

3.4.7. Diseño geométrico en perfil

3.4.7.1. Generalidades

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 170)

El diseño geométrico en perfil nos va a permitir conocer las características de nuestra carretera a lo largo de la orografía en donde se ubica nuestro proyecto, pudiendo así diseñar las pendientes necesarias para tener un óptimo desempeño de la vía.

3.4.7.2. Pendiente

3.4.7.2.1 Pendiente Mínima

La pendiente mínima según la DG-2018 es de 0.5%.

3.4.7.2.2 Pendiente Máxima

La zona donde se ubica el proyecto no supera los 200 m.s.n.m. y su orografía es plana y ligeramente ondulada, por lo tanto, de acuerdo a la siguiente tabla la pendiente máxima a utilizar es de 8.00%.

TABLA 37

Pendiente Máxima para una velocidad de 40 km/h

Demanda		Carretera			
Vehículos/día		< 400			
Características		Tercera Clase			
Tipo de Orografía		1	2	3	4
Velocidad de Diseño	30 km/h			10.00	10.00
	40 km/h	8.00	9.00	10.00	
	50 km/h	8.00	8.00	8.00	
	60 km/h	8.00	8.00		
	70 km/h	7.00	7.00		
	80 km/h	7.00	7.00		
	90 km/h	6.00	6.00		
	100 km/h				
	110 km/h				
	120 km/h				
	130 km/h				

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018 y Propia

3.4.7.3. Curvas verticales

“Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás”. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 175)

Para hallar la longitud de curvatura “K” en el plano horizontal usamos la siguiente formula:

$$K = \frac{L}{A}$$

Donde:

- K : Parámetro de curvatura
 L : Longitud de curvatura vertical
 A : Valor absoluto de la diferencia algebraica de las Pendientes

3.4.7.3.1 Tipo de Curvas Verticales

La tipología de las curvas verticales se puede definir de acuerdo a su forma y de acuerdo a su longitud.

- De acuerdo a su forma: Cóncavas y Convexas.
- De acuerdo a su longitud: Simétricas y Asimétricas.

3.4.7.3.1.2 Curvas verticales cóncavas

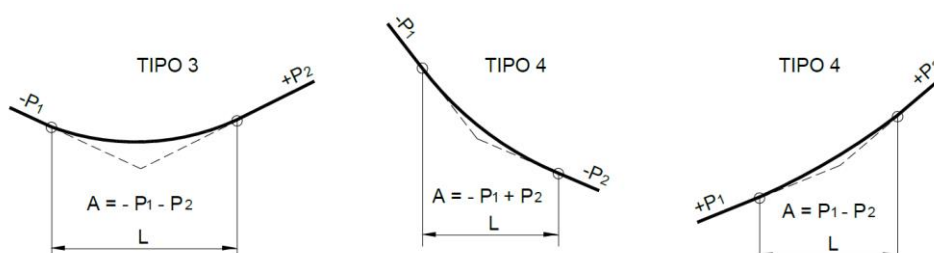


Figura 10: Curvas verticales cóncavas

Para fijar la longitud de curva cóncava tenemos la tabla a continuación donde podemos obtener el valor de “k” acorde a la velocidad de diseño y a la distancia de visibilidad de parada.

Tabla 38

Valores de índice “k” para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura "k"
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018 y Propia

3.4.7.3.1.2 Curvas verticales convexas

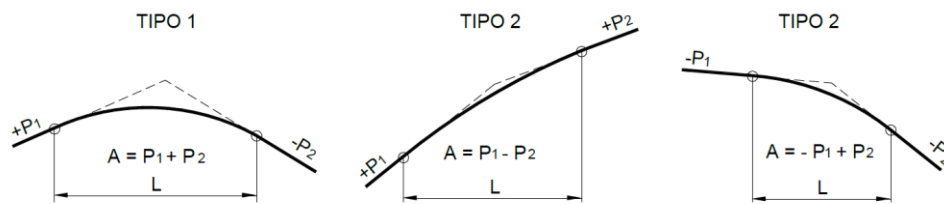


Figura 11: Curvas verticales convexas

Para establecer la longitud de curva convexa se muestra la tabla a continuación donde podemos obtener el valor de “k” acorde a la velocidad de diseño y a la distancia de visibilidad de parada o de paso.

Tabla 39

Valores de “k” para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura k	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura k
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018 y Propia

3.4.7.3.1.3 Curvas verticales simétricas

En estas curvas las longitudes de sus parábolas son de igual longitud, donde podemos identificar los siguientes elementos de curva:

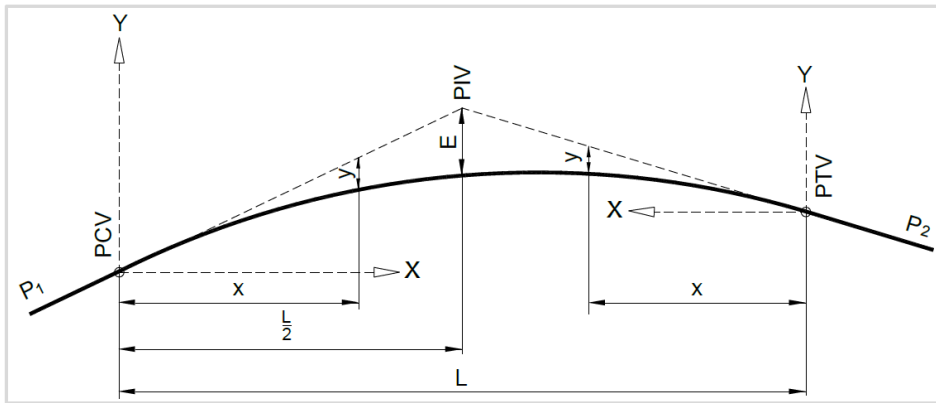


Figura 12: Curva vertical simétrica

- PCV : Principio de la curva vertical
 PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales
 PTV : Término de la curva vertical
 L : Longitud de la curva vertical (m)
 S1 : Pendiente de la tangente de entrada (%)
 S2 : Pendiente de la tangente de salida (%)
 A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

- E : Ordenada vertical desde PIV a la curva (m)

$$E = \frac{AL}{800}$$

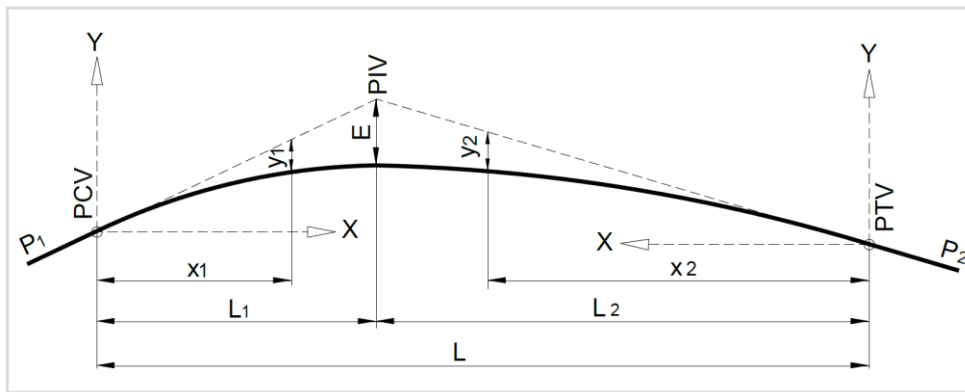
- X : Distancia horizontal a cualquier punto de la curva
 Desde el PCV o desde el PTV

$$Y = X^2 \left(\frac{A}{200L} \right)$$

- Y : Ordenada vertical en cualquier punto

3.4.7.3.1.3 Curvas verticales asimétricas

En estas curvas las longitudes de sus parábolas no son de la misma longitud, donde podemos identificar los siguientes elementos de curva:



Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Figura 13: Elementos de Curva Vertical Asimétrica

- PCV : Principio de la curva vertical
PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales
PTV : Término de la curva vertical
L : Longitud de la curva vertical (m)

$$L = L_1 L_2 \text{ y } L_1 \neq L_2$$

- S1 : Pendiente de la tangente de entrada (%)
S2 : Pendiente de la tangente de salida (%)
A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

- E : Ordenada vertical desde PIV a la curva (m)

$$E = \frac{AL_1 L_2}{800(L_1 + L_2)}$$

- X1 : Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV.
X2 : Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.
Y1 : Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV

$$Y_1 = E \left(\frac{X_1}{L_1} \right)^2$$

- Y : Ordenada vertical en cualquier punto de la segunda rama medida desde el PCV

$$Y_2 = E \left(\frac{X_2}{L_2} \right)^2$$

Tabla 40
Ancho mínimo de calzada en tangente

Demanda	Carretera			
Vehículo/día	< 400			
Característica	Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño				
30 km/h		6.00	6.00	6.00
40 km/h	6.00	6.00	6.00	6.00
50 km/h	6.00	6.00		
60 km/h	6.00	6.00		
70 km/h	6.00			
80 km/h				
90 km/h				
100 km/h				

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

3.4.8.3. Bermas

Es el elemento que está ubicado entre la cuneta y el borde exterior de la carretera. Su finalidad es brindar seguridad y un espacio para estacionamiento de vehículos en situaciones de riesgo o desfavorables.

Según la DG-2018 la inclinación de la carretera debe extenderse hasta la berma, de este modo llegan a tener la misma pendiente.

De acuerdo a la siguiente tabla determinamos el valor para el ancho de berma, según a la velocidad de diseño y al tipo de carretera.

Tabla N°
Ancho de Berma

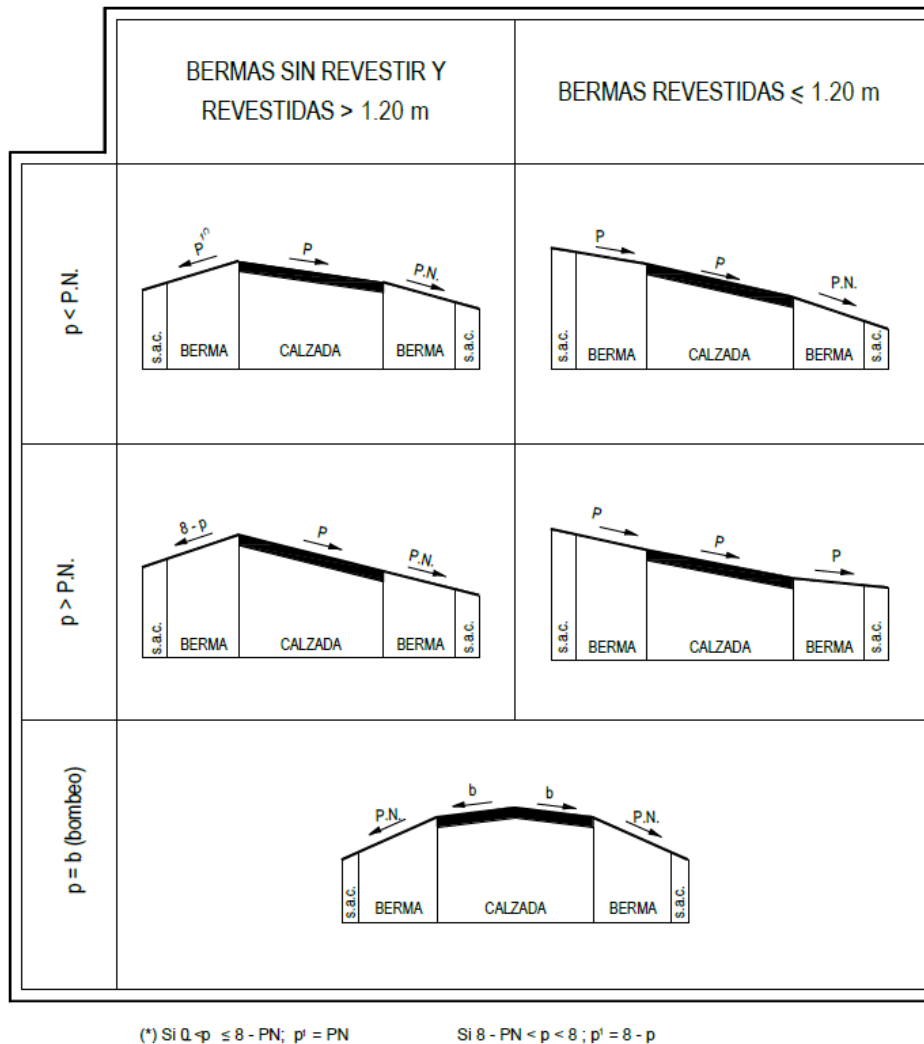
Demanda	Carretera			
Vehículo/día	< 400			
Característica	Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño				
30 km/h		0.00	0.50	0.50
40 km/h	1.20	0.90	0.50	0.50
50 km/h	1.20	0.90	0.90	
60 km/h	1.20	1.20		
70 km/h	1.20			
80 km/h				
90 km/h				
100 km/h				

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018

De acuerdo a la tabla anterior, el valor para el ancho de la berma debería ser de 1.20 metros.

Teniendo el ancho de las bermas podemos definir su inclinación.

Figura 15: inclinación de bermas



Fuente: Manual de Carreteras DG-2018

Tabla 42

Inclinación de las bermas

Superficie de la berma	Inclinaciones transversales mínimas de la berma	
	Inclinación normal (in)	Inclinación especial
Pav. O Tratamiento	4%	0%
Grava y Afirmado	4% - 6%	
Césped	8%	

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018

3.4.8.4. Bombeo

El bombeo es la inclinación transversal al eje de la carretera y su finalidad es generar la evacuación del agua que pueda comprometer a la integridad de la plataforma de la carretera.

Dicho bombeo obedece al tipo de superficie de la capa de rodadura y a las precipitaciones pluviales que ocurren en la zona.

De acuerdo al siguiente cuadro podremos obtener los valores de bombeo.

Tabla 43
Valores de Bombeo en la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitaciones <500 mm/año	Precipitaciones >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5	3.0 - 4.0

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

De acuerdo al estudio hidrológico, las precipitaciones en la zona son menores a 500 mm/año, y de acuerdo a este valor el bombeo correspondiente es de 2%.

3.4.8.5. Peralte

Para contrarrestar la fuerza centrífuga generada en las curvas es necesario incrementar la inclinación transversal de la carretera.

De acuerdo al cuadro siguiente podemos obtener los valores para peralte de acuerdo a la topografía del terreno.

Tabla 44
Valores de peralte máximo

Pueblo o Ciudad	Peralte máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.00%	4.00%
Zona rural (t. plano, ondulado o accidentado)	8.00%	6.00%
Zona Rural (T. accidentado o escarpado)	12.00%	8.00%
Zona rural con peligro de hielo	8.00%	6.00%

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Debido a la orografía plana de la zona, podemos obtener como valores de peralte máximo absoluto de 8.00% y como peralte máximo normal de 6.00%.

3.4.8.6. Taludes

Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de cortes como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, pág. 203)

Para el presente proyecto y a pesar que la topografía de la zona nos arroja una orografía plana y en algunas zonas ligeramente ondulada, tenemos talud de corte y talud de relleno, de acuerdo al diseño de la carretera y para garantizar un correcto funcionamiento de la misma.

En la siguiente tabla tenemos los datos de la proporción horizontal y vertical de los taludes a considerar:

Tabla 45

Valores para talud en corte (H:V)

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso arcilla	Arenas
Altura de corte	< 5m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5 - 10m	1:11	1:4 - 1:2	1:1	1:1	*
	> 10m	1:8	1:2	*	*	*
(*) Requerimiento de banquetas v/o estudio de estabilidad						

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

De acuerdo a los datos obtenidos en la zona, el corte de talud no supera los 5m de altura, teniendo este dato y el tipo de suelo de terreno, podemos observar que el talud debe tener una relación de 1:1 en sección de corte. Obtenida la relación para talud de corte, en la siguiente tabla podremos obtener los valores para talud de relleno.

Tabla 46

Valores para talud de relleno (V:H)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	< 5	5 - 10	> 10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras DG-2018

Ya que el material encontrado en la zona es limo arcilloso, entonces el talud para relleno para el terraplén a utilizar sería de 1:1.5

3.4.11. Diseño del afirmado

3.4.11.1. Generalidades

El afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, pág. 22)

3.4.11.2 Sub rasante

“La sub rasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.” (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, pág. 21)

3.4.11.3 Ejes Equivalentes

Los ejes equivalentes son diseñados en función de la carga que ejerce un eje en movimiento sobre el pavimento, y los pavimentos se diseñan para que durante su vida útil puedan soportar un número de cargas determinado.

Para el presente proyecto se tomará el valor mínimo de las tablas establecidas por el MTC, tal como se muestra en el cuadro a continuación:

Cuadro 47

Numero de repeticiones de EE para caminos no pavimentados

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Tipos Tráfico Pesado expresado en EE
TNP1	$\leq 25,000$ EE
TNP2	$> 25,000$ EE $\leq 75,000$ EE
TNP3	$> 75,000$ EE $\leq 150,000$ EE
TNP4	$> 150,000$ EE $\leq 300,000$ EE
Fuente: Manual de Carreteras: SGGP	

El valor que elegido para un numero de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en carril de diseño es: $\leq 25,000$ EE y clasificado como TNP1.

3.4.11.4 Datos del CBR mediante el estudio de suelos

De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio de mecánica de suelos el CBR es de 7.49%

3.4.11.5 Espesor del afirmado

Para poder establecer un espesor para la capa de afirmado recurriremos a la siguiente tabla que nos enmarca para CBR con valores desde $>6\%$ hasta $>30\%$.

Tabla 48

Espesores de afirmado respecto al CBR de diseño y a Ejes Equivalentes

CBR % Diseño	EJES EQUIVALENTES																		
	10,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	75,000	80,000	90,000	10,000	110,000	120,000	130,000	140,000	150,000	20,000	30,000
	Espesor de material de afirmado (mm)																		
6	200	200	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
7	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300
8	150	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300
9	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250
10	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	200	200	200	200	200	250	250
11	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
12	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
13	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
14	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200
16	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200
17	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200
18	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
19	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
20	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
21	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
22	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
23	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
24	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
25	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
26	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
27	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
28	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
29	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
30	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
> 30	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Fuente: Manual de Carreteras: SGGP

Según la tabla anterior mostrada y asumiendo un valor mínimo de EE (10,000) se pudo obtener que el espesor para el afirmado deberá ser de 0.20 m.

Cuadro 12
Clasificación del Afirmado

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de calzada	Estructuras y superficies de rodadura alternativas
T3	101 - 200	2 carriles 5.50 - 6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado
T2	51, co-100	2 carriles 5.50 - 6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T1	16 - 50	1 carril o 2 carriles 3.50 - 6.00	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm
T0	< 15	1 carril 3.50 - 4.50	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.
Trocha carrozable	IMD Indefinido	1 sendero	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado

Fuente: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

Teniendo como clasificación T1, el afirmado según la tabla anterior debería ser de material granular o grava seleccionada mediante zarandeo y cumpliendo con un índice de plasticidad de hasta 9. Esto para carreteras con un IMD menor a 50 veh/día.

Tabla 49

Granulometría según tipo de afirmado

Porcentaje que pasa del tamiz	TRÁFICO T0 Y T1: TIPO 1 IMD<50 Veh.	TRÁFICO T2: TIPO 2 51 - 100 Veh.	TRÁFICO T3: TIPO 3 101 – 200 Veh.
50 mm (2")	100	100	
37.5 mm (1 ½")		95 - 100	100
25 mm (1")	50 - 80	75 - 95	90 - 100
19 mm (¾")			65 - 100
12.5 mm (½")			
9.5 mm (3/8")		40 - 75	45 - 80
4.75 mm (Nº 4)	20 - 50	30 - 60	30 - 65
2.36 mm (Nº 8)			
2.00 mm (Nº 10)		20 - 45	22 - 52
4.25 um (Nº 40)		15 - 30	15 - 35
75 um (Nº 200)	4 - 12	5 - 15	5 - 20
Índice de plasticidad	4 - 9	4 -9	4 -9

Fuente: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

3.4.11.6 Conclusiones

Se calculó el CBR de diseño, eligiéndose el más crítico, el cual es 7.49%, donde este valor clasifica a la sub rasante del terreno como un material regular.

Se determinó el espesor del afirmado en función del CBR de diseño y al número de repeticiones de EE, definiendo como resultado un espesor de 0.20 m.

3.4.12. Señalización

3.4.12.1. Generalidades

Las señales viales son los elementos que tienen por finalidad advertir a los usuarios de las condiciones y características que presenta la vía para evitar cualquier tipo de daños y realizar el recorrido de manera segura.

3.4.12.2. Requisitos

Para una correcta distribución de la señalización se tuvo en consideración el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

De acuerdo a este manual se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Adecuada localización
- Infundir respeto y ser obedecido

- Uniformidad
- Necesidad de uso
- Llamar la atención y ser visible
- Mensaje claro y conciso

Asimismo, debe cumplir con las siguientes funciones elementales:

- Organizar el tránsito
- Advertir peligros
- Establecer directivas de seguridad
- Anunciar información útil

3.4.12.3. Consideraciones de diseño

- Las señalizaciones deben ser llamativa para el usuario, tanto en:
 - Color (contraste y retroreflexión)
 - Forma
 - Tamaño
- Sus características deben ser visibles tanto de día como de noche.
- Los mensajes deben ser claros y precisos, así como de texto uniforme y legible.

3.4.12.4. Señales verticales

“Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos.” (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, pág. 14)

Estas señales verticales orientaran al conductor sobre las condiciones de regulación que mantiene la vía. Así mismo se debe evitar la colocación excesiva de estas señales para no causar contaminación visual.

3.4.12.4.1 Clasificación

Las señales verticales, según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Señales preventivas

- Señales informativas
- Señales reguladoras

3.4.12.4.1.1 Señales preventivas

La finalidad de estas señales es prevenir de un potencial peligro al conductor o usuario de la vía, para que este pueda tomar las medidas de precaución necesarias.

Estas señales son de color amarillo y con borde, números y letras de color negro. Su forma es cuadrada y orientada a 45° en relación al horizonte.

Para el presente proyecto se utilizarán las siguientes señales preventivas:

Cuadro 13

Señales Preventivas usadas en el Proyecto

Codigo		Nombre
	P-1A	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA
	P-1B	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA
	P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA
	P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA
	P-4B	SEÑAL CURVA Y CONTRA-CURVA A LA IZQUIERDA
	P-5-2A	SEÑAL CURVA EN "U" A LA DERECHA
	P-5-2B	SEÑAL CURVA EN "U" A LA IZQUIERDA
	P-34A	SEÑAL UBICACIÓN DE BADÉN
	P-51	SEÑAL MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA VÍA
	P-53	SEÑAL ANIMALES EN LA VÍA
	P-56	SEÑAL ZONA URBANA

Fuente: Elaboración propia y Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

3.4.12.4.1.2 Señales informativas

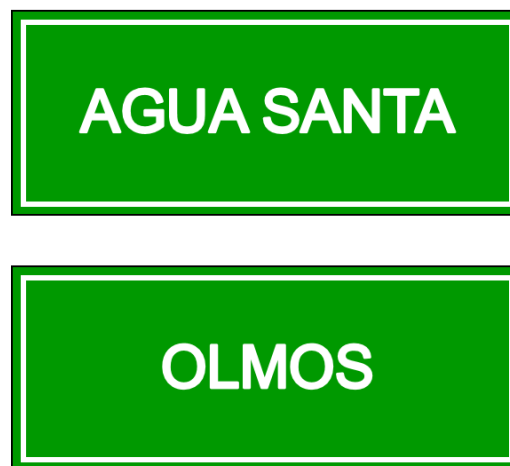
La finalidad de las señales informativas es brindar información al usuario sobre puntos de interés o lugares importantes cercanos.

La forma de estas señales es rectangular. La distribución de colores para estas señales es la siguiente: letras y borde de señal color blanco y fondo color verde. Estarán ubicadas en el margen derecho de la vía.

En la siguiente figura se muestran las señales informativas a usar en el proyecto.

Figura 16

Señales informativas usadas en el proyecto



Fuente: Elaboración propia




3.4.12.4.1.3 Señales reguladoras

La finalidad de las señales reguladoras es dar información al conductor sobre los parámetros de prohibición y restricción que presenta la vía

Para el presente proyecto usaremos señales reguladoras de prohibición y de restricción las cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 14

Señales reguladoras usadas en el proyecto

Codigo	Nombre	
	R-15	SEÑAL MANTENGA SU DERECHA
	R-16	SEÑAL NO ADELANTAR
	R-30	SEÑAL VELOCIDAD MAXIMA

Fuente: Elaboración propia y Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

3.4.12.4.2 Características

- **Forma**

- Señales preventivas: De forma romboide.
- Señales informativas: De forma rectangular, alargado en su lado horizontal.
- Señales reguladoras: De forma circular dentro de una placa de forma cuadrada (60x60) o rectangular (60x90).

- **Color**

Los colores de fondo para las señales verticales que se utilizaran en el presente proyecto son los siguientes:

- Amarillo fluorescente: En señales de prevención (fondo).
- Naranja: en señales que indiquen ejecución de obras, durante el tiempo de realización de los trabajos.
- Blanco: en señales de reglamentación.
- Negro: en señales informativas de dirección de tránsito.
- Rojo: en señales reglamentarias, para los bordes de señal y líneas diagonales.
- Verde: en señales informativas.

- **Visibilidad**

La visibilidad es una de las características más importantes con las que debe contar las señales verticales. Para lograr este objetivo las señales deben ser retro Reflectivas.

3.4.12.5. Colocación de las señales

La colocación de las señales debe efectuarse de manera que brinden una adecuada visibilidad al usuario de la vía para que este pueda tomar las medidas de precaución necesaria ha debido tiempo.

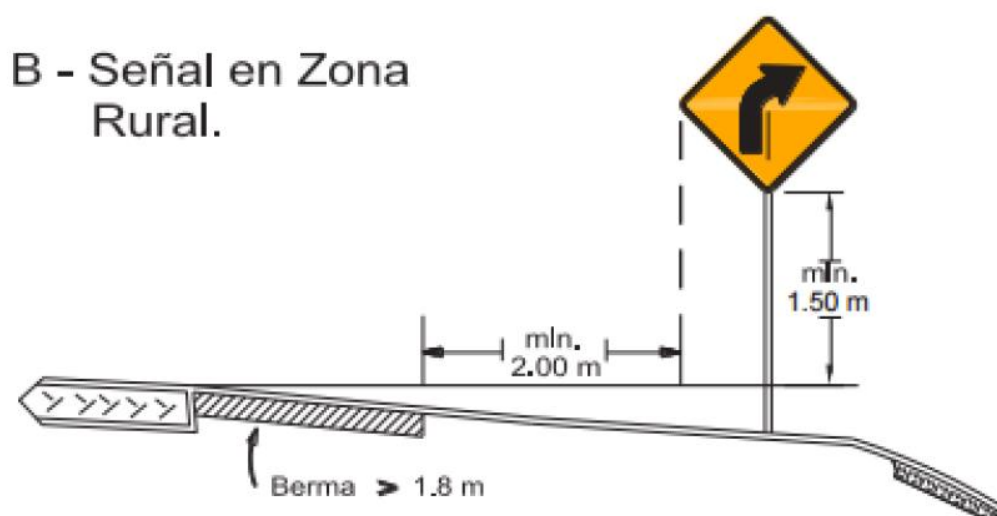
- **Ubicación**

Estas señales deben colocarse a lo largo de la longitud de la carretera y a una distancia perpendicular al eje de la vía, fuera de las bermas.

Estas distancias están establecidas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, y para el presente proyecto se consideraremos una distancia mínima de 3.60 metros partiendo desde el límite de la calzada hasta el borde de la señal, ya que contamos con un ancho de berma menor a 1.80 metros.

Figura 17

Ubicación lateral de señal vertical



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC

- **Altura**

La altura de las señales verticales se define considerando la geometría horizontal y vertical de la carretera, así como la altura de los vehículos que transitaran por la ella.

Según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, para zonas rurales la altura mínima deberá ser de 1.50 metros, definida entre el borde inferior de la señal y la proyección en línea recta horizontal del borde de la calzada.

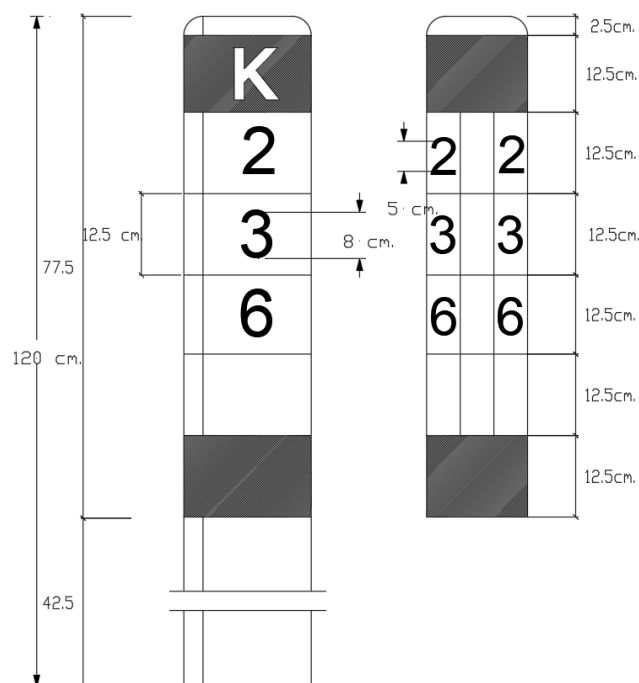
3.4.12.6. Postes de kilometraje

Los postes kilométricos son señales verticales que sirven para indicar la distancia con respecto a la progresiva: km 0+000 de la vía.

Los puntos de origen de cada vía están definidos en el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

Figura 18

Señal poste kilométrico



Fuente: Elaboración propia

3.4.12.6. Señalización horizontal

La señalización horizontal para el presente proyecto consiste en la demarcación lineal del pavimento a lo largo del eje de la vía. Esta demarcación sirve para delimitar la calzada, así como los carriles por los que esté compuesta.

Estas marcas deben ser uniformes en sus dimensiones, diseño y color. Así mismo deben ser retro reflectivas para garantizar una correcta visibilidad en momentos de poca iluminación, para lo cual utilizaremos los siguientes colores:

- Líneas continuas de color blanco: ubicadas al borde de la calzada y cuya función es delimitar la zona por donde puede circular un vehículo.
- Líneas discontinuas de color amarillo: ubicadas al centro de la calzada y cuya función es separar la circulación del flujo vehicular en sentidos opuestos de la vía. Esta línea solo será continua en zonas donde se restrinja el adelantamiento de vehículos con invasión del carril contrario.

Ambos tipos de línea tendrán un ancho de 0.10 metros.

Según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, las dimensiones de las líneas discontinuas para zona rural están definidas en la siguiente tabla:

Tabla 50

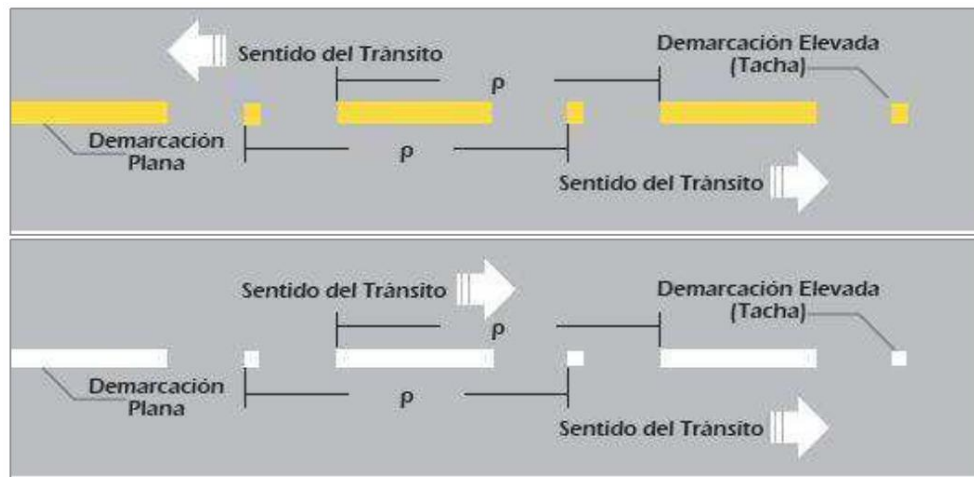
Relación de longitud para líneas discontinuas

Patrón (P) líneas longitudinales segmentadas en metros				
Situación	Patrón (P)	Relación marca - brecha	Largo demarcación	Largo en brecha
Rural	12	3 a 5	4.5	7.5
Urbana > 60 km/h	12	3 a 5	4.5	7.5
Urbana ≤ 60 km/h	8	3 a 5	3	5
Ciclo vía	3	1 a 2	1	2
Línea de continuidad	2	1 a 1	1	1
Borde calzada	4	2 a 2	2	2

Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

Fig. 19

Patrón de línea discontinua “P”



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

3.4.12.7. Señales en el proyecto de investigación

Para el presente proyecto se evaluó el tipo de señal a usar en la vía de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, las cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 15

Elementos de señalización utilizados en el proyecto

Código	Descripción	Progresiva	Tipo de Señal
	"km 0+000"	km 0+000	Hito Kilométrico
P-56	"ZONA URBANA"	km 0+030	Preventiva
P-56	"OLMOS"	km 0+090	Informativa
P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA	km 0+540	Preventiva
P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA	km 0+635	Preventiva
R-30	SEÑAL VELOCIDAD MAXIMA	km 0+900	Reguladora
	"km 1+000"	km 1+000	Hito Kilométrico
R-15	SEÑAL MANTENGA SU DERECHA	km 1+770	Reguladora
	"km 2+000"	km 2+000	Hito Kilométrico
P-53	SEÑAL ANIMALES EN LA VIA	km 2+010	Informativa
P-51	SEÑAL MAQUINARIA AGRICOLA	km 2+330	Preventiva
P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA	km 2+495	Preventiva
P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA	km 2+610	Preventiva
P-1A	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	km 2+695	Preventiva
P-1B	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	km 2+775	Preventiva
	"km 3+000"	km 3+000	Hito Kilométrico
R-16	SEÑAL NO ADELANTAR	km 3+360	Reguladora
P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA	km 3+530	Preventiva
P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA	km 3+630	Preventiva
P-1B	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	km 3+790	Preventiva
P-1A	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	km 3+895	Preventiva
	"km 4+000"	km 4+000	Hito Kilométrico
P-4B	SEÑAL CURVA Y CONTRA-CURVA A LA IZQUIERDA	km 4+340	Preventiva
P-4B	SEÑAL CURVA Y CONTRA-CURVA A LA IZQUIERDA	km 4+570	Preventiva
R-30	SEÑAL VELOCIDAD MAXIMA	km 4+790	Reguladora
	"km 5+000"	km 5+000	Hito Kilométrico
P-34A	SEÑAL UBICACIÓN DE BADÉN	km 5+220	Preventiva
P-34A	SEÑAL UBICACIÓN DE BADÉN	km 5+260	Preventiva
P-34A	SEÑAL UBICACIÓN DE BADÉN	km 5+750	Preventiva
P-34A	SEÑAL UBICACIÓN DE BADÉN	km 5+790	Preventiva
P-1A	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	km 5+890	Preventiva
	"km 6+000"	km 6+000	Hito Kilométrico
P-1B	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	km 6+010	Preventiva
P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA	km 6+340	Preventiva
P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA	km 6+520	Preventiva
P-1A	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	km 6+750	Preventiva
P-1B	SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	km 6+910	Preventiva
	"km 7+000"	km 7+000	Hito Kilométrico
P-5-2B	SEÑAL CURVA EN "U" A LA IZQUIERDA	km 7+010	Preventiva
P-5-2B	"AGUA SANTA"	km 7+250	Informativa
P-5-2A	SEÑAL CURVA EN "U" A LA DERECHA	km 7+310	Preventiva

Fuente. Elaboración propia

3.5. Estudio de Impacto Ambiental

3.5.1. Generalidades

La vía que conecta el caserío de Agua Santa con la ciudad de Olmos está ubicado a una altura entre los 130 y los 170 m.s.n.m y pertenece a la región natural de la costa, teniendo así sus características ecológicas, climatológicas y geomorfológicas, las cuales no influyen directamente en el proyecto. Por tal motivo el presente estudio tiene como finalidad identificar los efectos positivos y negativos que puede ocasionar el desarrollo del proyecto en la zona e incorporar los criterios ambientales necesarios para el correcto desarrollo del proyecto, logrando establecer una estrategia encauzada a mitigar el deterioro de los recursos naturales, ya que estos proporcionan la base para el progreso económico de la zona.

3.5.2. Objetivos

- Identificar los efectos positivos y negativos ocasionados al medio ambiente del caserío Agua Santa y de la ciudad de Olmos, que se producirían por las actividades del proyecto, a fin de elaborar medidas que mitiguen, controlen o reduzcan los impactos ambientales negativos.
- Implementar los criterios técnicos según la normatividad vigente para la ejecución de la obra, acomodándose a los escenarios físicos del área de influencia y que tengan equilibrio con el paisaje local.
- Plantear procedimientos para prevenir, mitigar y corregir los diferentes efectos perjudiciales procedentes de la ejecución del proyecto.

3.5.3. Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA)

3.5.3.1. Constitución política del Perú (29 de diciembre de 1993)

Art. 66: Los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la nación, el estado es soberano en su aprovechamiento.

Art. 67: El estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

Art. 68: El estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

3.5.3.2. Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613 del 08 de agosto de 1990)

Art. 1.- Toda persona tiene derecho irrenunciable a un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, asimismo a la preservación del paisaje y la naturaleza. Todos tienen el deber de conservar dicho ambiente.

Art. 2.- El Medio Ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio de la Nación.

Su protección y conservación son de interés social y pueden ser invocados como causa de necesidad y utilidad públicas.

Art. 3.- Toda persona tiene derecho a exigir una acción rápida y efectiva ante la justicia, en defensa del medio ambiente y recursos naturales.

Art. 6.- Toda persona tiene derecho a participar en la política y en las medidas de carácter nacional y local relativas al medio ambiente y a los recursos naturales, de igual modo a ser informadas de las medidas o actividades que puedan afectar directa o indirectamente la salud de las personas o de la integridad del ambiente y los recursos naturales.

Art. 14.- Es prohibida la descarga de sustancias contaminantes que provoquen degradación de los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente sin adoptarse precauciones para la depuración.

Art. 15.- Queda prohibido verter o emitir residuos sólidos, líquidos o gaseosos u otras formas de materias o de energía que alteren las aguas en proporción capaz de hacer peligroso su uso.

Art. 36.- El patrimonio natural de la nación está constituido por la diversidad ecológica, biológica y genética que albergue su territorio.

Art. 39.- El estado concede protección especial a las especies de carácter singular y a los ejemplares representativos de los tipos de ecosistemas, así como al germoplasma de las especies domésticas nativas.

Art. 49.- El estado protege y conserva los ecosistemas en su territorio entendiéndose esto como las interrelaciones de los organismos vivos entre sí y con ambiente físico.

Art. 50.- Es obligación del Estado proteger los diversos tipos de ecosistemas naturales en el territorio nacional a través de un sistema de área protegidas.

Art. 54.- El estado reconoce el derecho de propiedad de las comunidades campesinas y nativas ancestrales sobre las tierras que poseen dentro de las áreas naturales protegidas y en sus zonas de influencia.

Art. 59.- El estado reconoce como recurso natural cultural toda obra arqueológica o histórica que al estar integrada al medio ambiente permite su uso sostenible.

Art. 73.- Los aprovechamientos energéticos, su infraestructura, transporte, transformación, distribución, almacenamiento y utilización final de la energía deben ser realizados sin ocasionar contaminación del suelo, agua o del aire.

Art. 78.- El estado promueve y fomenta la distribución de poblaciones en el territorio en base a la capacidad de soporte de los ecosistemas.

Ley de Residuos Sólidos, Ley N° 27314

Art. 1.- La presente Ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

Art. 2.- inciso 2.1 La presente Ley se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos.

Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (D.S. N° 041-2002 –MTC)

Artículo 73°: Dirección General de Asuntos Ambientales

La Dirección General de Asuntos Ambientales se encargará de velar por el cumplimiento de las normas de conservación del medio ambiente del Sub sector, con el fin de garantizar el adecuado manejo de los recursos naturales durante el desarrollo de las obras de infraestructura de transporte; así como de conducir los procesos de expropiación y reubicación que las mismas requieran.

D.S. N° 019-2009-MINAM Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Título 2, Capítulo 2, Art. 36°: Clasificación de los proyectos de inversión

Los proyectos públicos o privados que están sujetos al SEIA, deben ser clasificados por las autoridades competentes, de acuerdo a lo señalado en el artículo 8 de la ley, en una de las siguientes categorías:

Categoría I – Declaración de Impacto Ambiental (DIA): Estudio de Impacto Ambiental mediante el cual se evalúan los proyectos de inversión respecto de los cuales se prevé la generación de impactos ambientales negativos leves.

Categoría II – Estudio de Impacto Ambiental Semi-detallado (EIA-sd): Estudio ambiental mediante el cual se evalúan los proyectos de inversión respecto de los cuales se prevé la generación de impactos ambientales negativos moderados.

Categoría III – Estudio de Impacto ambiental detallado (EIA-d): Estudio ambiental mediante el cual se evalúan los proyectos de inversión respecto de los cuales se prevé la generación de impactos ambientales negativos significativos.

Toda mención al termino Estudio de Impacto Ambiental – “EIA”, en el presente Reglamento entiéndase referida al EIA-sd y al EIA-d.

3.5.4. Características del proyecto

La vía que une al caserío de Agua Santa con la ciudad de Olmos está a nivel de trocha, por lo cual, para mejorar la calidad de vida de la población, así como para lograr su crecimiento socio-económico se necesita diseñar una carretera a nivel de afirmado que cuente con los requisitos básicos establecidos en la DG-2018.

Dicha carretera cuenta con las siguientes características:

Capa de afirmado de 0.20 metros

- 09 alcantarillas de concreto
- 02 Badenes de mampostería
- Señalización horizontal

3.5.5. Infraestructuras de servicio

- **Educación:**

El caserío Agua Santa cuenta con un centro educativo para nivel inicial, la “I.E. INICIAL 369 VIRGEN DE AGUA SANTA”. Los centros educativos para nivel primario y secundario se encuentran en la ciudad e Olmos y en algunos caseríos cercanos.

- **Salud:**

No cuenta con un puesto básico de Salud, sin embargo, los pobladores del caserío Agua Santa hacen uso de los centros de salud ubicados en la ciudad de Olmos, el cual a su vez cuenta con una posta de ESSALUD.

- **Servicio de agua potable:**

El caserío de Agua Santa carece del servicio de agua potable, su abastecimiento de agua lo hacen mediante pozos subterráneos.

- **Servicio de alcantarillado:**

El caserío de Agua Santa no cuenta con servicio de alcantarillado público.

- **Servicio de energía eléctrica:**

El caserío de Agua Santa cuenta con líneas provisionales de energía abastecidas por HIDRANDINA.

- **Telecomunicaciones**

El área de estudio no cuenta con torres de telefonía cercanas, sin embargo, la recepción de las operadoras de telefonía CLARO y BITEL es constante.

- **Vivienda**

De acuerdo a las visitas a campo y a la recolección de datos in situ, el caserío de Agua Santa está conformado por 48 viviendas.

Todas las viviendas son de un solo nivel y en su mayoría están hechas de adobe y techo a dos aguas con cubierta de calamina.

3.5.6. Diagnóstico ambiental

3.5.6.1. Medio físico

- **Clima**

El caserío Agua Santa se encuentra entre los 120 y 140 m.s.n.m., esto lo ubica dentro de la región Chala, cuenta con un clima tropical seco ya que se encuentra alejada de la costa.

La temperatura de la zona varía entre los 23 a 28 grados en el día y hasta 15 grados en la noche, en los meses de invierno; mientras que en los meses de veranos las temperaturas pueden llegar a alcanzar los 38 grados centígrados.

- **Hidrología**

Ya que la estación OLMOS no se encuentra en funcionamiento se utilizó la Estación PASABAR, estación meteorológica más cercana ubicada en la latitud 5°45'51" y longitud 79°51'35" para hallar las intensidades generadas en la zona, con dichos datos podemos hallar caudales proyectados para las diversas estructuras hidráulicas, así como también podemos hallar el periodo de retorno.

- **Suelos**

Con el objetivo de encontrar la conformación del material de suelo existente en la carretera, se realizó el estudio de mecánica de suelos, extrayendo las muestras de pozos en cada kilómetro de la carretera estudiada, los datos obtenidos se detallan en la sección "3.2 Estudio de Mecánica de Suelos".

3.5.6.2. Medio biótico

- **Flora**

Es del tipo desierto; la especie más importante y numerosa es el algarrobo seguido por el zapote y el espinillo blanco. Se calcula un total de 39,941 hectáreas de bosques y 28,146.15 hectáreas de pastos naturales.

- **Fauna**

Es más grande en comparación con los desiertos del sur del país. Destaca la presencia de animales como: el burro salvaje, el zorro, el sajino, el loro, el periquito, el pichón, el tordo y una amplia variedad de insectos, serpientes, lagartos, iguanas, macaniches y la pava aliblanca actualmente en protección por el peligro de extinción.

3.5.6.3. Medio socioeconómico y cultural

Población

El caserío Agua Santa cuenta con 48 viviendas incluyendo una I.E. Inicial y una capilla, y tiene una población aproximada de 182 habitantes, haciendo un promedio de 3.8 habitantes por vivienda.

Actividad económica

- **Agricultura:**

Olmos está dentro de un valle que se forma entre los ríos Olmos y Cascajal, esto hizo que sus tierras sean altamente productivas y de condición óptima para la agricultura. La fluidez de estos ríos es baja la mayor parte del año, por lo que los agricultores recurren a pozos subterráneos.

Olmos es considerado la capital del limón, debido a que la producción predominante en sus tierras es el limón. El 60% de esta producción de limón es para uso en el mercado nacional, mientras que el 40% restante se usa para la obtención de aceite en esencia.

- **Ganadería:**

La ganadería es una de las principales actividades de los pobladores de Olmos, ya que aprovechan los recursos naturales de los bosques secos de algarrobo.

El valle de olmos es uno de los principales aportadores de carne de ovino y caprino a los mercados del norte del país.

- **Apicultura:**

A partir del año 2003 en la zona de olmos se fue incrementando gradualmente el interés por la apicultura, convirtiéndose en un aportador importante de miel de abeja para la región.

- **Industria:**

Con el pasar de los años la actividad agrícola se ha industrializado en la zona de olmos. Mejorando la producción y la calidad de los productos como el limón y maracuyá.

Con la llegada de empresas extranjeras se dio paso a la exportación del limón y a la producción de aceites y concentrados de zumo de este producto.

Actividad turística

- **Los petroglifos de boliches:**

El distrito de Olmos también cuenta con zonas arqueológicas. Estos petroglifos están ubicados en la carretera Olmos – Corral Quemado y cuenta con 112 representaciones grabadas en piedra con motivos rupestres y de figuras humanas.

Según estudios realizados, estas muestras arqueológicas tendrían una antigüedad aproximadamente 2,500 años.

- **El zoo-criadero de la pava aliblanca:**

La pava aliblanca es una especie única en el mundo y ha sido considerada como patrimonio ornitológico, ya que habita solamente en el Perú.

El zoo-criadero “Bárbara Dachille” es un centro de investigación científica para esta ave y para otros animales que están en peligro de extinción y es un punto de visita frecuente para las personas que recorren la carretera panamericana antigua en la ruta Olmos – Ñaupe.

- **El algarrobito de nitape:**

En la década del año 1970 bajo un árbol de algarrobo hizo su Aparicio la Virgen María a una niña pastora de ovejas. Está ubicado a dos kilómetros de Olmos en la ruta Olmos – Nitape.

Posteriormente se construyó un santuario al cual llegan cientos de personas a adorar a la virgen.

- **La Cruz de Chalpón:**

La cruz de Chalpón es considerada como la patrona del pueblo de Olmos y durante el mes de febrero se realiza la feria patronal en su honor atrayendo a cientos de visitantes.

- **El Proyecto de Irrigación Olmos:**

Obra de ingeniería de importancia nacional, la realización del proyecto olmos beneficiará el valle de Olmos, así como generará energía eléctrica para el norte del país.

3.5.7. Área de influencia del proyecto

3.5.7.1. Área de influencia directa

Es el espacio físico donde las actividades del proyecto afectan los componentes ambientales del área. Considerando esto, nuestra área de influencia directa (AID) es la ruta completa de la carretera entre el caserío Agua Santa y la ciudad de Olmos y las áreas contiguas a esa carretera.

3.5.7.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta (AII) podemos identificarlo como las áreas que son afectadas indirectamente por la ejecución de los trabajos dentro del proyecto. De tal manera podemos considerar como área de influencia indirecta al caserío Agua Santa, a la ciudad de Olmos, terrenos ubicados en un rango de 500m y a las vías de acceso al proyecto.

3.5.8. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto

3.5.8.1. Matriz de impactos ambientales

Para la realización de la matriz de impactos ambientales se hace uso de un cuadro de doble entrada, donde en la parte superior, se coloca las acciones del proyecto a realizar; y en la parte lateral, se coloca los factores ambientales que son afectados por la ejecución de cada acción a realizada.

Se determina el impacto ambiental potencial al cruzar la fila con la columna.

3.5.8.2. Magnitud de los impactos

Al evaluar los impactos ambientales se requiere tener las dimensiones de calificación, que en este caso son grados, los cuales están enumerados del 1 al 3 cada uno con un valor significativo.

Tabla 51
Magnitud de Impactos Ambientales

MAGNITUD DE IMPACTOS	
DESCRIPCION	GRADO
Bajo	-1
Moderado	-2
Alto	-3

3.5.8.3. Matriz causa – efecto de impacto ambiental

Para el presente estudio se utilizará la Matriz de Leopold:

Tabla 52
Matriz de Impacto Ambiental en la etapa de construcción

C O M P O N E N T E S	Acciones Impactantes Factores Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO						
			Abastecimiento de Agua	Campamento y/o Trabajadores	Cantera	Maquinaria	Planta Chancadora	Colocación de Carpeta Asfáltica	Excedente de Obra
FISICO	Atmósfera	Aire			-1	-1	-1	-1	-1
		Ruido		-1	-2	-1	-1	1	1
	Hidrología	Cantidad	-1	1	2	3	1		
	Paisaje	Calidad		-1	-1		-1		-1
	Suelo	Calidad		2	2		1		1
		Compactación		-1		-1			-1
BIOLOGICO	Fauna	Desplazamiento		1		1			
	Flora	Cobertura	-1					-1	-1
SOCIO ECONOMICO	Población	Salud	1		-1	-1	-1	-1	-1
	Economía	Empleo			3	3	3	2	2
		Industriales							
		Agropecuaria	-1						
		Transporte	2	+1					
		Turismo		1					
		Comercio							

Fuente: Elaboración propia

La matriz está diseñada para que pueda medir los impactos positivos y negativos que puedan generar las diversas tareas a realizar dentro del proyecto.

Tabla 53

Matriz de impacto ambiental durante la etapa post-construcción

C O M P O N E N T E S	<div>Acciones Impactantes</div> <div>Factores Impactantes</div>		ACCIONES DEL PROYECTO			
			Mayor Tránsito de Vehículos en la Zona	Incremento de Flujo de personas en las inmediaciones de la Carretera	Influencia para el Proceso de Desarrollo	Conservación Periódica de la Carretera
FISICO	Atmosfera	Aire	-1 1			
		Ruido	-1 1			
	Hidrologia	Cantidad	-1 1			
	Paisaje	Calidad		-1 1		
	Suelo	Calidad				
		Compactación				
BIOLOGICO	Fauna	Desplazamiento		-1 1		
	Flora	Cobertura				
SOCIO ECONOMICO	Población	Salud			+2 2	+1 3
	Economía	Empleo	+1 1			
		Industriales			+1 2	+1 3
		Agropecuaria	+1 1			
		Transporte	+2 2	+1 2		+1 2
		Turismo	+2 3			+1 2
		Comercio	+2 2	+1 1		+1 1

Fuente: Elaboración propia

Resultados en la etapa de construcción:

El punto crítico ambiental negativo está cerca de la cantera, ya que la extracción de material origina la dispersión de partículas de polvo contaminando el aire y el agua. También la maquinaria empleada para la realización de estos trabajos genera ruido, estos factores deben ser constantemente monitoreados durante el periodo de la realización de los trabajos para no sobrepasar los límites permitidos de sonoridad y calidad del aire.

Resultados en la etapa de post-construcción:

Los trabajos realizados de manera global para la construcción de la carretera permitirán un crecimiento socioeconómico entre el caserío Agua Santa, Olmos y los demás usuarios beneficiarios de la carretera.

3.5.9 Impactos Ambientales potenciales

Durante el proceso de reconocimiento ambiental del proyecto se identificaron impactos ambientales directos e indirectos generados por la ejecución de los trabajos para la construcción de la carretera. Estos impactos positivos y negativos afectarán a toda el área de influencia del proyecto.

El estudio de impacto ambiental ha arrojado que son diversos los factores que ocasionarán los impactos positivos y negativos dentro del proyecto, pero en conclusión la identificación de los impactos negativos está relacionado mayormente a la etapa de construcción, mientras que los impactos positivos están ligados mayormente a la etapa de post-construcción.

Los factores negativos más resaltantes están en todos los trabajos que involucren extracción y manipulación de volúmenes de tierra, así como los ligados al uso de maquinaria pesada.

Para poder lidiar con estos impactos ambientales se ha elaborado un Plan de Manejo Ambiental, dentro del cual se evaluará todos los impactos ambientales que puedan ocurrir en el proyecto, durante y después de la ejecución de los trabajos. Para de esta manera elaborar las medidas necesarias para mitigar los posibles impactos.

El plan de manejo ambiental está estructurado con medidas de prevención para cada impacto ambiental identificado. Y nos permite actuar de manera eficiente ante un evento contraproducente o que afecte directa o indirectamente de manera negativa a la zona de influencia del proyecto.

Estas medidas de corrección nos permiten restaurar la calidad o las condiciones en las que se encontraba la zona o el elemento inicialmente y antes de ser afectado por medios producto de los trabajos que involucren directamente al proyecto.

La finalidad del plan de manejo ambiental es lograr que los trabajos se realicen con la menor incidencia negativa posible, y de darse el caso afecten al medio ambiente, estas puedan ser controladas eficazmente en el menor tiempo posible.

Esto solo es posible cuando el plan de manejo ambiental sigue en régimen una vez culminada la etapa de construcción, con la finalidad de garantizar la integridad del proyecto ante la acción de efectos externos ambientales. Para esto se debe crear, implantar y poner en práctica las acciones necesarias para hacer frente a eventualidades de riesgo durante la etapa de ejecución de los trabajos.

3.5.10 Estructura del Plan de manejo Ambiental

Este plan se ha dividido en tres etapas o planes, tales como:

- Plan de Mitigación
- Plan de Monitoreo
- Plan de Contingencias

- **Plan de Mitigación:**

Protección de fuentes de agua

- No dispersar elementos que alteren la calidad del agua en quebradas, ríos o alguna otra fuente de agua durante la etapa de construcción.
- No manipular maquinaria pesada de manera innecesaria en los causes de fuentes de agua.
- Verificar minuciosamente la manipulación de los fluidos de la maquinaria pesada o algún otro agente que pueda contaminar las fuentes de agua. En el

caso de hacer estas maniobras se deben realizar en zonas donde no se exponga la calidad del agua con agentes contaminantes.

- Dar un correcto destino final a los materiales excedentes de construcción, evitando que terminen en el lecho de ríos o quebradas.

Protección del suelo

- Acondicionar espacios para el material excedente producto de movimiento de tierras.
- Retirar inmediatamente el material producto de excavaciones para evitar la suspensión de partículas de polvo.
- Realizar acciones inmediatas en caso de derrame de algún líquido o agente que pueda contaminar el suelo.
- Ubicar estratégicamente depósitos de basura en toda la zona de ejecución de los trabajos, con la finalidad de no contaminar el suelo.
- Cuidar los libres accesos y zonas de tránsito del material producto de excavaciones.

Protección de flora y fauna

- Evitar la emisión descontrolada de gases durante las etapas de construcción.
- Proteger la flora local evitando la tala de árboles.
- Limitar la ejecución de los trabajos al área destinada para los mismos, sin afectar áreas no destinadas a estos.
- Impedir actividades de recolección de fauna y flora silvestre.
- evitar la caza de fauna silvestre.
- Controlar la emisión sonora de la maquinaria o en su defecto aplicar acciones de mitigación de ruido.
- Delimitar con barreras de protección las zonas de excavaciones.

Protección del personal de trabajo

- Cumplir con el pago de seguros y demás beneficios de ley al trabajador.
- Elaborar e implementar planes de salud ocupacional para los trabajadores.
- Exigir que se cumplan las políticas de seguridad externas e internas.

- **Plan de Monitoreo**

Durante la etapa de construcción:

- Los volúmenes de material excedente producto de excavaciones deben ser controlados durante las etapas que deba seguir (extracción, transporte, perfilado y compactado) hasta su disposición final en botaderos acondicionados para tal fin.
- Tener control de la disposición final de las aguas vertidas producto de SSHH portátiles, almacenes, campamento.
- El movimiento de tierras, que constantemente tiene partículas en suspensión en el aire.
- Las captaciones de agua, verificar que no se afecte el caudal normal de abastecimiento de la fuente de agua.

Durante la etapa de post-construcción:

- Identificar los efectos regresivos que pueda afectar al proyecto por parte del medio ambiente.
- Concluidos los trabajos, iniciar labores de restauración de áreas ocupadas durante la etapa de construcción.
- Acciones a realizar para cierre de obra.

- **Plan de contingencias**

El plan de contingencias tiene el propósito de implementar las acciones de corrección, persuasión y mitigación ante eventos fortuitos que puedan generar malestar, daño o pérdida económica, material y humana en el área de influencia del proyecto.

En este plan están detallados los procedimientos a realizar ante la presencia de los eventos antes descritos.

Para el éxito en ejecución de este plan, se debe contar con personal calificado y capacitado para poner en práctica los procedimientos establecidos por el plan de contingencias.

Metodología:

Se han identificado 3 tipos de contingencias a tener en cuenta:

- C. Accidentales: producto de accidentes ocurridos al ejecutar los trabajos y están dentro de la zona delimitada para el proyecto. Requiere atención médica
- C. Técnicas: producto por una mala práctica en los procesos constructivos. Requiere atención técnica.
- C. Humanas: producto de conflictos sociales o por la influencia del proyecto sobre los intereses de la población.

Análisis de riesgos:

De acuerdo al cuadro siguiente se identifican los riesgos potenciales para el proyecto, los cuales están acompañados de sus medidas preventivas.

Cuadro 16
Medidas preventivas del Plan de Manejo Ambiental

LOCALIZACIÓN	MEDIDAS PREVENTIVAS
Sitios de almacenamiento y manipulación de combustibles	<i>Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad industrial en lo relacionado con el manejo y almacenamiento de combustibles</i>
Generación de sismos de mayor o menor magnitud, que puedan generar desastres y poner en peligro la vida de los trabajadores	Cumplimiento de las normas de seguridad en carreteras.
	Coordinación con las entidades de socorro del distrito, y participación en las prácticas de salvamento que éstas programen.
	Señalización de rutas de evacuación, divulgación sobre la localización de la región en una zona de riesgo sísmico
Se pueden presentar en todos los frentes de obra	Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad en carreteras.
	Señalización clara que avise al personal y a la comunidad al tipo de riesgo al que se someten.
	Cerramientos con cintas reflectivas, mallas y barreras, en los sitios de más probabilidades de accidente.

Fuente: Elaboración propia

3.5.18. Conclusiones y recomendaciones

3.5.18.1. Conclusiones

- El análisis del estudio de impacto ambiental arroja que el proyecto es viable y generará impactos positivos para los beneficiarios de la carretera y para los moradores cercanos, también impulsará el desarrollo socioeconómico del distrito de Olmos.
- Para los impactos negativos existentes se proponen planes de prevención y mitigación; así como un plan de monitoreo para supervisar los trabajos correspondientes a dicho plan.
- El impacto negativo de mayor consideración está relacionado a la etapa de construcción del proyecto. El movimiento de tierras está generando constantemente la suspensión de partículas en el aire, lo que provoca molestias respiratorias en las personas cercanas a los trabajos.

3.5.18.2. Recomendaciones

Quien ejecute el proyecto debe planificar un exhaustivo control en los trabajos que se ejecuten, para reducir los efectos negativos que puedan afectar a la zona.

3.6. Especificaciones técnicas

01. OBRAS PROVISIONALES

01.01. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO

DESCRIPCION

El Contratista, deberá realizar el trabajo de suministrar, reunir y transportar todo el equipo y herramientas necesarios para ejecutar la obra, con la debida anticipación a su uso en obra, de tal manera que no genere atraso en la ejecución de la misma.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Para efectos del pago, la medición será en forma global (glb), de acuerdo al equipo realmente movilizado a la obra y a lo indicado en el análisis de precio unitario respectivo, partida en la que el Contratista indicará el costo de movilización y desmovilización de cada uno de los equipos. La suma a pagar por la partida MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO será la indicada en el Presupuesto del Expediente Técnico.

BASE DE PAGO

El trabajo será pagado en función del equipo movilizado a obra, como un porcentaje del precio unitario global (glb) del contrato para la partida MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO, hasta un 50%, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, equipos y herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida. El 50% restante será pagado cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con autorización del supervisor.

01.02. CONSTRUCCIÓN PROVISIONAL DE CAMPAMENTO DE OBRA

DESCRIPCIÓN

Son las construcciones provisionales que servirán para albergue (ingenieros, técnicos y obreros) almacenes o comedores, con un área de 60.00 m2.

Será obligación y responsabilidad exclusiva del Contratista efectuar por su cuenta y a su costo, la construcción, el mantenimiento de sus oficinas provisional de Obra.

Esta partida comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, servicios, equipos, vehículos, combustibles, herramientas, energía eléctrica y todo lo necesario, incluso alquileres, provisión y mantenimiento de servicios públicos, tales como agua potable, sanitarios, electricidad, teléfono, internet, cable y todo lo necesario para establecer la seguridad y mantener las oficinas, depósitos, talleres y almacenes en obra del Contratista.

Si durante el período de ejecución de la obra se comprobara que las oficinas provisionales son inapropiadas, inseguras o insuficientes, el Contratista deberá tomar las medidas correctivas del caso a satisfacción del Ingeniero Supervisor.

Debido a las condiciones particulares de la disposición de los sitios de las obras, se prevé la instalación de un campamento provisional general que contendrá la oficina principal del contratista con los ambientes necesarios para las áreas administrativas y técnicas para el desarrollo normal del proyecto. También incluye las áreas correspondientes a almacenes, zonas de estacionamiento de vehículos y equipos, depósitos de materiales, taller o maestranza, laboratorios, casetas de vigilancia, vestuarios, comedores y servicios higiénicos incluido duchas, con todos los servicios arriba mencionados. Este campamento tendrá facilidades de acceso tanto para el personal, equipos y material de obra.

Igualmente incluye la instalación de campamentos provisionales menores de obra que servirán de campamento para las cuadrillas de obreros en los frentes de trabajo, con depósito de herramientas, almacén menor, vestuario, servicios higiénicos con duchas, también con los servicios mencionados.

Tanto el campamento principal como los campamentos menores deben contar con ambientes destinados para la atención de primeros auxilios en caso de accidentes, y comedores para el personal.

El costo ofertado de esta partida debe incluir lo correspondiente a la provisión y mantenimiento de las instalaciones físicas del campamento provisional con sus respectivos servicios de agua potable, alcantarillado, de energía eléctrica y de

telefonía y su posterior desmantelamiento y retiro, dejando las áreas que fueron ocupadas en las mismas o mejores condiciones originales.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La medición es por metro cuadrado (m²), cuando el campamento haya sido colocado y éste concluida la implementación.

BASES DE PAGO

El pago se realizará por metro cuadrado (m²) al precio del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa por toda la mano de obra, equipo y herramientas, incluidos los imprevistos para la ejecución de la partida.

01.03. CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60 x 2.40 m.

DESCRIPCIÓN

Comprende la confección, materiales e instalación del cartel de obra ubicado en un lugar visible de la carretera de modo que, a través de su lectura, cualquier persona pueda enterarse de la obra que se está ejecutando; la ubicación será previamente aprobada por el Ingeniero Supervisor considerándose uno al inicio y final del camino, de dimensiones de 3.60 x 2.40 m de una cara, proporcionado por la entidad (diseño en banner). El marco y los parantes serán de madera, empotrados en bloques de concreto ciclópeo 1:8+25% PM.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El trabajo se medirá por unidad (und); ejecutada, terminada e instalada de acuerdo con las presentes especificaciones; deberá contar con la conformidad y aceptación del Ingeniero Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se realizará por unidad (und), de acuerdo al precio unitario del expediente o el contrato, dicho pago constituye compensación total de los materiales, mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y otros insumos que se requiera para la ejecución de dicha partida.

02. OBRAS PRELIMINARES

02.01. TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO

DESCRIPCIÓN

El Contratista, bajo esta sección, procederá al replanteo general de la obra de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto. El mantenimiento de los Bench Marks (BMs), plantillas de cotas, estacas, y demás puntos importantes del eje será responsabilidad exclusiva del Contratista, quien deberá asegurarse que los datos consignados en los planos sean fielmente trasladados al terreno de modo que la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones del proyecto.

Durante la ejecución de la obra El Contratista deberá llevar un control topográfico permanente, para cuyo efecto contará con los instrumentos de precisión requeridos, así como con el personal técnico calificado y los materiales necesarios. Concluida la obra, El Contratista deberá presentar al Ingeniero Supervisor los planos de Replanteo.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Se marcarán los ejes y PI, referenciándose adecuadamente, para facilitar el trazado y estacado del camino, se monumentarán los BM en un lugar seguro y alejado de la vía, para controlar los niveles. Los trabajos de trazo y replanteo serán verificados constantemente por el Ingeniero Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Personal: Se implementarán cuadrillas de topografía, en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

La cuadrilla estará bajo responsabilidad del Ingeniero Residente.

Equipo: Se deberá implementar el equipo de topografía necesario capaz de trabajar dentro los rangos de tolerancia especificado. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

CONSIDERACIONES GENERALES

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el supervisor sobre la ubicación de los puntos de control, el sistema de campo a emplear, la documentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la Tabla N° 01.

Tabla N° 01

**Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos,
Replanteos y Estacado**

Tolerancia de Fase de Trabajo	Tolerancia Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Puntos de Control	1:10 000	+ 5mm.
Otros puntos del eje	+ 50 mm.	+ 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y otras estructuras menores	+ 50 mm.	+ 20 mm.
Muros de contención	+ 20 mm.	+ 10 mm.

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el Ingeniero Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad de la entidad contratante una vez completados los trabajos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita del Ingeniero Supervisor.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el Ingeniero Supervisor no releva al ejecutor de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de nivelación y replanteo y todo lo indicado en esta especificación serán evaluados y aceptados según lo siguiente:

Inspección visual que será un aspecto para la aceptación de los trabajos de acuerdo a la buena práctica, experiencia del Ingeniero Supervisor y estándares.

Conformidad con las mediciones de control que se ejecuten en los trabajos, cuyos resultados deberán cumplir dentro de las tolerancias y límites establecidos.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Los trabajos de Trazo, nivelación y replanteo se medirán por kilómetro (km).

BASES DE PAGO

El pago será por kilómetro (Km) de terreno a intervenir, de acuerdo al precio unitario del expediente o el contrato, dicho pago constituye compensación total de los materiales, mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y otros insumos que se requiera para la ejecución de dicha partida.

02.02. ACCESOS PROVISIONALES

DESCRIPCIÓN

Esta partida se refiere al mantenimiento de los accesos a las canteras, DME, plantas y fuentes de agua.

Los caminos de acceso, al tener carácter provisional, deben ser construidos o mejorados y deben llevar un lastrado (10 cm). Dicho tratamiento se realizará con el fin de mejorar la circulación y evitar la producción de polvo.

La ejecución de los trabajos de mantenimiento deberá ser aprobados por la Supervisión, previo a su ejecución.

No se incluye en esta partida el mantenimiento de tránsito temporal.

MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

En el caso de rehabilitación de accesos existentes se perfilará (desencalaminado) y compactará la superficie mediante el uso de motoniveladora, rodillos y cisterna, previo a colocación de una capa de lastrado (e=10 cm)

En caso de construcción de accesos nuevos a canteras, zona de proceso, DME's y fuentes de agua, el Contratista presentará al Supervisor la alternativa de trazo más conveniente (longitud, pendiente, calidad de suelos por donde atraviesa el acceso, mínima interferencia con terceros, etc.) para la aprobación respectiva.

Para la construcción o mejoramiento de los accesos se deberá considerar maquinaria pesada (tractor, retroexcavadora o similar) la cual será evaluada y aprobada por el Supervisor.

Para la ejecución de la presente partida, el Contratista colocará material de lastrado (e=10 cm) en un ancho aproximado de 4 m, considerando solo en una cuarta parte de su longitud total ya que se trata de un mantenimiento, previa autorización del Supervisor.

El ancho del acceso no debe exceder del máximo señalado para evitar la destrucción innecesaria de suelo y cobertura vegetal.

Para el cruce de ríos, quebradas y canales de riego, el Contratista habilitará badenes en tierra o estructuras de cruce temporales.

MEDICIÓN

Los accesos a Canteras, DME's, Plantas y fuentes de agua será por kilómetro (km) con aproximación al décimo, de acceso construido, mejorado o rehabilitado aprobado por el Supervisor.

PAGO

El pago por la construcción, mejoramiento o rehabilitación de accesos a Canteras, DME's, Plantas y Fuentes de Agua se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo a la presente especificación, aceptado por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de movimiento de tierra (corte y terraplenes), el perfilado y compactado de subrasante, la colocación de lastrado, el transporte de lastrado, la eliminación de excedentes de corte, incluido transporte, la habilitación de estructuras de cruce temporal y en general la mano de obra, los equipos, los materiales, herramientas e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
02.02 Accesos Provisionales	Kilómetro (Km)

03. MOVIMIENTO DE TIERRAS

03.01 DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el roce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el

terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

Los cortes de vegetación boscosa en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con sierras de mano, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana. Todos los árboles que se talen, según el trazado de la carretera, deben orientarse para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

Debe mantenerse, en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal, con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna, principalmente de primates.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de roce y limpieza, previa autorización del Supervisor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

MATERIALES

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza, se depositarán de acuerdo con lo establecido en la especificación.

Acondicionamiento de botaderos.

El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde interrumpa alguna vía altamente transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el supervisor lo autoriza por circunstancias de fuerza mayor.

EQUIPO

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de roce y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

El equipo debe cumplir con lo que se estipula en la Subsección 05.11 de las Disposiciones Generales.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Ejecución de los trabajos

Los trabajos de roce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los metrados o indicadas por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Supervisor.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre el área que, según el proyecto, vaya a estar ocupada por la corona de la carretera, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de seis metros (6 m), a partir de la superficie de la misma.

Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor a sesenta centímetros (60 cm) del nivel de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes a juicio del Supervisor, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, podrán cortarse a ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente.

Remoción de capa vegetal

La remoción de la capa vegetal se efectuará con anterioridad al inicio de los trabajos a un tiempo prudencial para que la vegetación no vuelva a crecer en los lugares donde pasará la vía y en las zonas reservadas para este fin.

El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el roce y limpieza no deberá ser incluido dentro del trabajo objeto de la presente especificación.

Remoción y disposición de materiales

Salvo que el pliego de condiciones, los demás documentos del proyecto o las normas legales vigentes expresen lo contrario, todos los productos del desbroce y limpieza quedarán de propiedad del Contratista.

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán apilarse debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Supervisor.

El resto de los materiales provenientes del desbroce y la limpieza deberá ser retirado del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los lugares establecidos en los planos del proyecto o señalados por el Supervisor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto.

Para el traslado de estos materiales los vehículos deberán estar cubiertos con una lona de protección con la seguridad respectiva, a fin de que estas no se dispersen accidentalmente durante el trayecto a la zona de disposición de desechos previamente establecido por la autoridad competente, así como también es necesario aplicar las normas y disposiciones legales vigentes. Los materiales excedentes por ningún motivo deben ser dispuestos sobre cursos de agua (escorrentía o freática),

debido a la contaminación de las aguas, seres vivos e inclusive puede modificar el microclima. Por otro lado, tampoco deben ser dispuestos de manera que altere el paisaje natural.

Cuando la autoridad competente y las normas de conservación de Medio Ambiente lo permitan, la materia vegetal inservible y los demás desechos del desbroce y limpieza podrán quemarse en un momento oportuno y de una manera apropiada para prevenir la propagación del fuego.

La quema no se podrá efectuar al aire libre. El Contratista será responsable tanto de obtener el permiso de quema como de cualquier conflagración que resulte de dicho proceso.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

Orden de las operaciones

Los trabajos de roce y limpieza deben efectuarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuantas dichas operaciones lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, deberán levantarse secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar el volumen de la capa vegetal y del movimiento de tierra.

Si después de ejecutados el roce y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al Contratista, éste deberá efectuar una nueva limpieza, a su costo, antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

El Contratista aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto, las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, y el Supervisor velará por su cumplimiento.

La actividad de desbroce y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción. La máxima distancia en que se ejecuten las actividades de desbroce dentro del trazo de la carretera será de un kilómetro (km) delante de las obras de explanación. El Supervisor no permitirá que esta distancia sea excedida.

MEDICION

La unidad de medida del área del roce y limpieza será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de área limpiada y rozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los metrados o indicados por el Supervisor. No se incluirán en la medida las áreas correspondientes a la plataforma de vías existentes.

Tampoco se medirán las áreas limpiadas y rozadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto, ni aquellas que el Contratista haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

PAGO

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida

03.01.- DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Supervisor. El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir, además, la carga, transporte y descarga y debida disposición de estos materiales.

El pago por concepto de roce y limpieza se hará independientemente del correspondiente a la remoción de capa vegetal en los mismos sitios, aun cuando los dos trabajos se ejecuten en una sola operación.

El pago constituirá la compensación total por los trabajos prescritos en esta partida; por mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos.

Item de pago	Unidad de Pago
03.01 - DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	Hectárea (ha)

03.02 EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO (M3).

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

En este rubro se incluye la remoción y retiro de estructuras que interfieran con el trabajo o lo obstruyan, no se incluye las estructuras que figuran para ser pagadas de acuerdo a cotización global.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:

El procedimiento ejecutivo que al igual que los equipos a emplearse en la ejecución se regirán de acuerdo a las “Especificaciones para Construcción de Carreteras” emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Las cantidades serán medidas en metros cúbicos (m3) en su posición inicial y computada por el método de áreas extremas, incluyéndose el volumen de material suelto y piedras dispersas ubicadas en los límites de carretera.

FORMA DE PAGO:

Los trabajos descritos serán pagados al precio unitario del presupuesto y con cargo a la partida **03.02 “CORTE DE MATERIAL SUELTO”** constituirá compensación completa por el equipo, mano de obra, herramientas, reposición de material e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo descrito.

Item de Pago	Unidad de Pago
03.01 CORTE EN MATERIAL SUELTO	Metro Cubico (M3)

3.03 EXCAVACIÓN EN ROCA SUELTA (M3).

DESCRIPCIÓN:

Se entiende así a los trabajos que el ejecutor habrá de efectuar en terrenos con poca predominancia de material pétreo o rocoso, con el propósito de dar conformidad a la sección transversal de la obra y sus construcciones auxiliares en conciliación con los alineamientos, rasantes y demás consideraciones tomadas en los planos.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:

La ejecución de los trabajos respectivos, así como el equipo a utilizar se regirán de acuerdo a las "Especificaciones para Construcción de Carreteras" emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones".

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Las cantidades serán medidas en metros cúbicos (m3) en su posición final y computada por el método de las áreas extremas.

FORMA DE PAGO:

Los trabajos descritos serán pagados al precio unitario del presupuesto y con cargo a la partida 03.03 “CORTE EN ROCA SUELTA (PERFORACION Y DISPARO)” constituirá compensación completa por el equipo, mano de obra, herramientas,

Ítem de Pago	Unidad de Pago
02.02 CORTE EN ROCA SUELTA (PERFORACION Y DISPARO)	Metro Cubico (M3)

reposición de material e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo descrito.

03.04 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE

DESCRIPCION

El trabajo comprende el conjunto de actividades de escarificado, perfilado, nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera.

EQUIPO

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor, aunado a los especificados en el Estudio de Impacto.

Ambiental, los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

METODO DE CONSTRUCCION

Antes de iniciar el perfilado en zonas de corte se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación no clasificada para explanaciones.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones.

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante. En este caso el trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los documentos del proyecto o el Supervisor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobre-excavada se rellenará y conformará con material que cumpla las características definidas en la especificación TERRAPLEN.

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o modificadas por el Supervisor.

Toda excavación en roca se deberá profundizar quince centímetros (15 cm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar, conformar y compactar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material de sub-base granular, según lo determine los estudios de suelos o el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar la compactación de la subrasante.
- Medir las áreas de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de perfilado, nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte, se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto, con éstas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de quince milímetros (15 mm) de las proyectadas.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, a plena satisfacción del Supervisor.

COMPACTACION

Se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m² de plataforma terminada y compactada.

Las densidades individuales del lote (D_i) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo Proctor modificado de referencia (D_e).

$$D_i \geq 0.95 D_e$$

DEFLECTOMETRÍA SOBRE LA SUBRASANTE TERMINADA

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de la viga Benkelman el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la subbase. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres mediciones por punto.

Los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se efectúen a nivel de carpeta. Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de los equipos, procedimientos constructivos y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la subrasante. De dicho control forman parte la medición de las deflexiones que se menciona en el primer párrafo.

Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación de problemas puntuales de baja resistencia que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correctivos a que hubiere lugar.

Los trabajos e investigaciones antes descritos, serán ejecutados por el Contratista.

El Contratista deberá cumplir con lo indicado en la especificación MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL, para la protección del equipo de trabajo y el control de tránsito. Para el caso de la viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

- Clasificación del vehículo: C2
- Peso con carga en el eje posterior: 8 200 kilogramos
- Llantas del eje posterior: Dimensión 10 x 20, doce lonas. Presión de inflado: 552 Kpa (5.6 kg f/cm² o 80 psi). Excelente estado.

El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las evaluaciones de deflectometría.

El Contratista garantizará que el radio de curvatura de la deformada de la Subrasante que determine en obra sea preciso, para lo cual hará la provisión del equipo idóneo para la medición de las deflexiones.

Así mismo, para la ejecución de los ensayos deflectométricos, el Contratista hará la provisión del personal técnico, papelería, equipo de viga Benkelman doble o simples, equipo FWD u otro aprobado por la Supervisión, acompañante y en general, de todos los elementos que sean requeridos para llevar a efecto satisfactoriamente los trabajos antes descritos.

Los ensayos de deflectometría serán también realizados con las mismas condiciones y exigencias en las subrasantes terminadas en secciones en terraplén. De cada tramo que el Contratista entregue a la Supervisión completamente terminado para su aprobación, deberá enviar un documento técnico con la información de deflectometría, procesada y analizada. La Supervisión tendrá veinticuatro (24) horas hábiles para responder, informando las medidas correctivas que sean necesarias. Se requiere realizar el procedimiento indicado, para colocar la capa estructural siguiente.

MEDICION

El perfilado, nivelación y compactado de la subrasante en zonas de corte se medirá en metros cuadrados (M²) de superficie perfilada y compactada de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos y las

presentes especificaciones; medida en su posición final. El trabajo contará con la aprobación del Supervisor.

Los ensayos deflectométricos serán medidos por kilómetro (km) con aproximación a la décima de kilómetro de la actividad terminada en ambos carriles, una vez aceptado el documento técnico enviado a la Supervisión.

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²), para la partida **03.04 PERFILADO Y COMPACTACIÓN EN ZONAS DE CORTE**, entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado, perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

03.05 RELLENO CON MATERIAL PROPIO

DESCRIPCION

Bajo esta partida, El Contratista realizará todos los trabajos necesarios para formar los terraplenes o rellenos con material proveniente de las excavaciones, alineamiento, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos y como sea indicado por el Ingeniero Supervisor.

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento y conformación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas de cualquier tipo, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto.

MATERIALES

El material para formar el terraplén deberá ser de un tipo adecuado, aprobado por el Ingeniero Supervisor, no deberá contener escombros, tacones ni restos de vegetal

alguno y estar exento de materia orgánica, el tamaño máximo de piedra será de 6". En el caso del material de relleno a emplearse en la conformación de rellenos en los últimos 30 cm por debajo de la subrasante, el material no deberá contener piedras mayores a 3". El material excavado húmedo y destinado a rellenos será utilizado cuando tenga el contenido óptimo de humedad.

Todos los materiales de corte, cualquiera sea su naturaleza, que satisfagan las especificaciones y que hayan sido considerados aptos por el Ingeniero Supervisor, serán utilizados en los rellenos.

METODO CONSTRUCTIVO

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base deberá estar desbrozada y limpiada. El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de la capa vegetal y retiro de material inadecuado, así como el drenaje del área base.

En la construcción de terraplenes sobre terrenos inclinados, se debe preparar previamente el terreno, para ello deberá cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. El Supervisor sólo autorizará la colocación de materiales del terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado.

Los terraplenes deberán construirse hasta una cota superior a la indicada en los planos, en una dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos, por efecto de la consolidación y obtener la cota final de la rasante.

Las exigencias generales para la colocación de materiales serán las siguientes:

Barreras en el pie de los Taludes:

El Contratista deberá evitar que el material del relleno esté más allá de la línea de las estacas del talud, construyendo para tal efecto cunetas en la base de éstos o levantando barreras de contención de roca, canto rodado, tierras o tablones en el pie del talud, pudiendo emplear otro método adecuado para ello, siempre que sea aprobado por el Ingeniero Supervisor.

Rellenos fuera de las Estacas del Talud:

Todos los agujeros provenientes de la extracción de los troncos e irregularidades del terreno causados por el Contratista, en la zona comprendida entre el estacado del pie de talud, el borde y el derecho de vía serán rellenados y nivelados de modo que ofrezcan una superficie regular.

Material Sobrante:

Cuando se disponga de material sobrante, este será utilizado en ampliar uniformemente el terraplén o en la reducción de pendiente de los taludes de relleno, de conformidad con lo que ordene el Ingeniero Supervisor.

Contracción y Asentamiento:

El Contratista construirá todos los terraplenes de tal manera, que después de haberse producido la contracción y el asentamiento y cuando deba efectuarse la aceptación del proyecto, dichos terraplenes tengan en todo punto la rasante, el ancho y la sección transversal requerida. La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplén, conformada y compactada, no debe variar en más de 20 milímetros (20mm) de la cota proyectada.

El Contratista será responsable de la estabilidad de todos los terraplenes construidos con cargo al contrato, hasta aceptación final de la obra y correrá por su cuenta todo gasto causado por el reemplazo de todo aquello que haya sido desplazado a consecuencia de falta de cuidado o de trabajo negligente por parte del Contratista, o de daños resultantes por causas naturales, como son lluvias normales.

Protección de las Estructuras:

En todos los casos se tomarán las medidas apropiadas de precaución para asegurar que el método de ejecución de la construcción de terraplenes no cause movimiento alguno o esfuerzos indebidos en estructura alguna. Los terraplenes encima y alrededor de alcantarillas, arcos y puentes, se harán de materiales seleccionados, colocados cuidadosamente, adecuadamente apisonados y compactados y de acuerdo a las especificaciones para el relleno de las diferentes clases de estructuras.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado medido en su posición final, y, aceptado por el Ingeniero Supervisor.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas por el Ingeniero Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

No habrá medida ni pago para los rellenos por fuera de las líneas del proyecto, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

BASES DE PAGO

El pago se realizará en metro cúbico (m³), de acuerdo al precio unitario del expediente o el contrato, dicho pago constituye compensación total de los materiales, mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y otros insumos que se requiera para la ejecución de dicha partida.

04. AFIRMADO

04.01. AFIRMADO

DESCRIPCION

Bajo esta partida, el Contratista, realizará todos los trabajos necesarios para conformar una capa de afirmado de la calzada y plazoletas de cruce respectivamente, construida sobre una superficie debidamente preparada, que soporte directamente las cargas y esfuerzos impuestos por el tránsito y provea una superficie de rodadura homogénea, que brinde a los usuarios adecuadas condiciones de confort, rapidez, seguridad y economía.

Esta partida comprende el extendido, riego y compactación del afirmado sobre la rasante en buen estado y en la sub base terminada de acuerdo con la presente especificación, alineamiento, pendientes, dimensiones y cuyas progresivas se indican en los planos del Proyecto.

MATERIALES

El material para la capa granular de rodadura estará constituido por partículas duras y durables, o fragmentos de piedra o grava y partículas finas (cohesivo) de arena, arcilla u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el tamiz N°4 será llamada agregado grueso y aquella porción que pase por el tamiz N°4, será llamado agregado fino.

Material de tamaño excesivo que se haya encontrado será retirado por zarandeo o manualmente, hasta obtener el tamaño requerido, según elija el Contratista. El material compuesto para esta capa debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra. Presentará en lo posible una granulometría y bien graduada.

Características

El material a utilizar será afirmado, el cual será proveniente de la Cantera ubicada en el lugar de la obra e indicada en los planos, debiendo cumplir las características físico– químicas y mecánicas que se indican a continuación:

- Granulometría: El material de afirmado deberá cumplir la granulometría siguiente:

NRO. DE MALLA	% EN PESO SECO QUE PASA		TOLERANCIAS
	A1	A2	
2"	100		± 2
1 ½"	90 – 100	100	± 5
1"	80 – 100	80 – 100	± 5
¾"	70 – 85	65 – 100	± 8
3/8"	45 – 80	50 – 85	± 8
Nº 4	30 – 65	33 – 67	± 8
Nº 10	22 - 52	25 – 45	± 8
Nº 40	15 – 35		± 5
Nº 80	10 – 22	10 - 25	± 5
Nº 200	10 - 15		± 5

- Límite Líquido (ASTM D-423): Máximo 35%
- Índice Plástico (ASTM D-424): Entre 6 –10%
- Desgaste de los Ángeles (Abrasión): Máximo 50%
- Valor Relativo de Soporte, C.B.R. 4 días inmersión en agua (ASTM D-1883): mínimo 40%
- Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1556): 95% a 100%

METODO CONSTRUCTIVO

Colocación, Mezclado y Extendido

Teniendo en cuenta que el material de afirmado requiere ser mezclado previa a su conformación, se recomienda que la metodología a seguir consista en ir colocando y esparciendo el componente con mayor porcentaje de participación (material grueso) determinado en el diseño de mezcla, el cual será esparcido mediante equipo mecánico, en una capa uniforme, evitando la segregación del mismo. Todo material de afirmado será colocado en una superficie debidamente preparada.

A continuación, se procederá a colocar el segundo componente (material ligante), sobre el primer componente a todo lo largo del material esparcido, haciendo avanzar lentamente el volquete a medida que vaya descargando.

Una vez esparcido el ligante, se procederá al mezclado de material, por medio de la cuchilla de la motoniveladora, llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada, el proceso continuará hasta conseguir un mezclado uniforme. Una vez obtenida una mezcla uniforme. El Supervisor efectuará controles de calidad conducentes a verificar la mezcla.

El porcentaje de participación de cada componente determinado en el laboratorio será reproducido en campo, considerando número entero de volquetadas. Riego, Batido y Compactación Se regará el material durante la mezcla una vez obtenida una mezcla uniforme, el riego se realizará mediante camión cisterna, y se continuará el batido del afirmado, cuando la mezcla tenga el contenido óptimo de humedad será nuevamente esparcida y perfilada hasta obtener la sección transversal deseada. Esta capa deberá tener un espesor mayor al requerido, de manera que una vez compactado se obtenga el espesor requerido de 15 cm. Inmediatamente después de terminada la distribución y el emparejamiento del material, cada capa deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios autopropulsados con un peso mínimo de 9 toneladas. Cada 400 m² de material, medido después de compactado, deberá ser sometido al tiempo necesario de compactado continuo que garantice el porcentaje de compactación mínimo requerido. La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los

bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio ($1/3$) el ancho del rodillo y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

Cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, deberá corregirse aflojando el material en esos sitios y agregando o quitando material hasta que la superficie resulte pareja y uniforme. A lo largo de las curvas, colectores y muros y en todos los sitios no accesibles al rodillo, el material deberá compactarse íntegramente mediante el empleo de apisonadoras vibratorias mecánicas, hasta lograr la densidad requerida, con el equipo que normalmente se utiliza. El material será tratado con motoniveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja.

Durante el progreso de la operación, el Supervisor deberá efectuar ensayos de control de densidad humedad de acuerdo con el método ASTM D-1556, efectuando tres (3) ensayos cada 250 m² de material colocado, si se comprueba que la densidad resulta inferior al 95% de la densidad máxima determinada en el laboratorio en el ensayo

ASTM D-1557, el Contratista deberá completar un apisonado adicional en la cantidad que fuese necesaria para obtener la densidad señalada. Se podrá utilizar otros tipos de ensayos para determinar la densidad en obra, a los efectos de un control adicional, después que se hayan obtenido los valores de densidad referidos, por el método ASTM D-1556.

Exigencias de Espesor

El espesor de la capa granular de rodadura terminada no deberá diferir en más de 10 mm del espesor indicado en el proyecto. Inmediatamente después de la compactación final, el espesor deberá medirse en uno o más puntos, cada 300 metros lineales. Las mediciones deberán hacerse por medio de perforaciones de ensayo u otros métodos aprobados.

Los puntos para la medición serán seleccionados por el Ingeniero Supervisor en lugares tomados al azar dentro de cada sección de 300 m., de tal manera que se evite una distribución regular de los mismos. A medida que la obra continúe sin desviación en cuanto al espesor, más allá de las tolerancias admitidas, el intervalo entre los ensayos podrá alargarse a criterio del Ingeniero Supervisor, llegando a un máximo de 300 m. Con ensayos ocasionales efectuados a distancias más cortas.

Cuando una medición señale una variación del espesor registrado en los planos mayor que la admitida por la tolerancia, se hará mediciones adicionales a distancias aproximadas de 10m. Hasta que se compruebe que el espesor se encuentra dentro de los límites autorizados. Cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida deberá corregirse removiendo o agregando material según sea necesario conformando y compactando luego dicha zona en la forma especificada.

Las perforaciones de agujeros para determinar el espesor y la operación de su relleno con materiales adecuadamente compactados, será efectuada, a su costo, por el Contratista, bajo la supervisión del Ingeniero Supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El afirmado, será medido en metros cuadrados (m²) compactados en su posición final, mezclado, conformado, regado, batido y compactado, de acuerdo con los alineamientos, rasantes, secciones y espesores indicados en los planos y estudios del proyecto y a lo establecido en estas especificaciones. El trabajo deberá contar con la aprobación del Ingeniero Supervisor y con los ensayos debidamente aprobados.

BASES DE PAGO

El pago se realizará en metros cuadrados (m²), de acuerdo al precio unitario del expediente o el contrato, dicho pago constituye compensación total de los materiales, mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y otros insumos que se requiera para la ejecución de dicha partida.

05. OBRAS DE ARTE

05.01 CUNETAS

05.01.01. CONFORMACION Y PERILADO DE CUNETAS

DESCRIPCION

Esta partida consistirá en la conformación de cunetas laterales en aquellas zonas, en corte a media ladera o corte cerrado, en donde se requiera encauzar la escorrentía de agua superficial proveniente de las laderas y de la plataforma, de manera de eliminarlas sin causar daños a la estructura del afirmado de rodadura.

Básicamente la partida, consiste en completar todas las excavaciones necesarias para conformar las cunetas laterales de la carretera de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los lineamientos, rasantes y dimensiones indicadas en los planos o como lo haya indicado el Ingeniero Supervisor.

El Contratista a efectos de calcular su costo unitario deberá ponderar el precio de la conformación de cunetas ponderando los tipos de materiales a excavar indicado en los metrados.

METODO CONSTRUCTIVO

La ejecución de esta partida se realizará haciendo uso de la cuchilla de una motoniveladora, la cual recorrerá la plataforma habilitando la cuneta, en forma opcional o complementaria se procederá al uso de herramientas manuales para la conformación de las cunetas, sobre todo en zonas rocosas que atraviesa el trazo de la cuneta.

Las cunetas se conformarán siguiendo el alineamiento de la calzada, salvo situaciones inevitables que obliguen a modificar dicho alineamiento. En todo caso, será el Supervisor el que apruebe el alineamiento y demás características de las cunetas.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La longitud por la que se pagará esta partida, será el número de metros lineales (ml) de cunetas conformadas, independientemente de la naturaleza del material excavado, medidas en su posición final; aceptadas y aprobadas por el Ingeniero Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se realizará en metro lineal (ml), de acuerdo al precio unitario del expediente o el contrato, dicho pago constituye compensación total de los materiales, mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y otros insumos que se requiera para la ejecución de dicha partida.

La partida incluirá, igualmente, la remoción y el retiro de estructuras que interfieran con el trabajo u obstruyan, así como la eliminación lateral del material excavado, en caso que sea dispuesto de esa manera por el supervisor.

Teniendo en cuenta que la presente partida incluye la excavación necesaria para la conformación de la cuneta y que la misma puede llevarse a cabo durante los trabajos de explanaciones, NO procederá bajo ningún caso el pago doble por la ejecución de este trabajo.

05.02. ALCANTARILLA TMC

05.02.01 EXCAVACION DE ESTRUCTURAS

DESCRIPCION

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas de TMC y de marco, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras de arte: comprende, además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Además, incluye la carga, transporte y descarga de todo el material excavado sobrante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los planos de la obra y las órdenes del Supervisor.

Las excavaciones para estructuras se clasificarán de acuerdo con las características de los materiales excavados y la posición del nivel freático. Excavaciones para estructuras en material común: Comprende toda excavación de materiales sueltos, libres de rocas de gran volumen.

Excavaciones para estructura en material común bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierta por "Excavaciones para estructura en material común" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.

EQUIPO

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

El equipo deberá cumplir con las estipulaciones que se dan en la Subsección 05.11 de las disposiciones Generales.

METODO DE CONSTRUCCION

La zona en trabajo será desbrozada y limpiada de acuerdo a lo indicado en la especificación Roce y Limpieza.

Se excavarán zanjas y las fosas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Supervisor. Deberá tener las suficientes dimensiones que permitan colocar en todo su ancho y largo las estructuras integrales o bases de estructuras indicadas. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del concreto.

Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta cuarenta y cinco (45) centímetros fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación a su costo.

La elevación de la parte inferior de las bases que se indican en los planos, serán consideradas tan solo como aproximadas y el Ingeniero Supervisor podrá ordenar por escrito los cambios en dimensiones o elevaciones de las bases que pudieran considerarse necesarias para asegurar la cimentación satisfactoria.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre, según lo determine el Supervisor. Toda roca y otro material duro de cimientos deberá ser limpiado de materiales sueltos y recortados hasta que llegue a tener una superficie firme ya sea a nivel, con gradas o dentada como fuera indicado por el Ingeniero Supervisor. Toda hendidura o grieta deberá ser limpiada y enluchada con mortero. Toda roca suelta o desintegrada y estratos delgados deberán ser retirados.

El Contratista no deberá terminar la excavación hasta el nivel de cimentación sino cuando esté preparado para iniciar la colocación del concreto o mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas.

El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas autorizadas de cimentación, que sea atribuible a descuido del Contratista, deberá ser rellenada por su cuenta, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Supervisor.

Todos los materiales excavados que sean adecuados, previa autorización escrita del Supervisor, y necesarios para rellenos deberán almacenarse en forma tal de poderlos aprovechar en la construcción de éstos, no se podrán desechar ni retirar de la obra, para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Supervisor.

El Contratista deberá preparar el terreno para las cimentaciones necesarias, de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto deberá terminarse cuidadosamente a mano, hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o prescritas por el Supervisor. Las superficies así preparadas deberán

humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras.

Cuando tengan que colocarse alcantarillas en zanjas excavadas o terraplenes, las excavaciones de cada zanja se realizarán después que el terraplén haya sido construido hasta un plano paralelo a la rasante del perfil propuesto y hasta la altura encima del fondo de la alcantarilla como indican los planos o lo que requiere el supervisor.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación sea cual fuese la calidad del material encontrado.

Las excavaciones en roca para estructuras se harán teniendo en consideración lo dispuesto en la Subsección 05.05 de las Disposiciones Generales; la ejecución de este tipo de voladuras deberá ser comunicada además al Supervisor, por lo menos con 24 horas de anticipación a su ejecución. Las técnicas usadas deberán garantizar el mantenimiento de las tolerancias indicadas en las especificaciones o en los planos. La excavación próxima y vecina a la superficie definitiva deberá hacerse de manera tal que el material de dicha superficie quede prácticamente inalterado.

El Contratista deberá ejecutar todas las construcciones temporales y usar todo el equipo y métodos de construcción que se requieran para drenar las excavaciones y mantener su estabilidad, tales como desviación de los cursos de agua, utilización de entibados y la extracción del agua por bombeo. Estos trabajos o métodos de construcción requerirán la aprobación del Supervisor, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista de su responsabilidad por el buen funcionamiento de los métodos empleados ni por el cumplimiento de los requisitos especificados. El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para garantizar que sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos que transiten cerca de las excavaciones, no sufran accidentes. Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones. Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse a mano y en lo posible, inmediatamente antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Después de terminar cada una de las excavaciones, el Contratista deberá dar el correspondiente aviso al Supervisor y no podrá iniciar la construcción de obras dentro de ellas sin la autorización de éste último.

En caso de excavaciones que se efectúen sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento incluyendo la noche hasta la finalización total de los trabajos o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario. Será aplicable en la ejecución de los trabajos de Excavación para Estructuras lo indicado en la especificación MANTENIMIENTO DE

TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud del hombre y ocasionar impactos ambientales al medio ambiente. Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se deberán cumplir los siguientes requerimientos:

En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados deben ser depositados temporalmente en algún lugar adecuado de la plataforma de la vía, en espera de ser trasladado al lugar que designe el Supervisor.

En el caso de la construcción de cunetas, sub-drenes, etc., los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos; deben hacerse en lugares seleccionados, hacia el interior de la carretera, para que no produzcan daños ambientales en espera de que sea removidos a lugares donde señale el Supervisor.

Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de concreto y otros no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados a lugares donde no produzcan daños ambientales, lo que serán señalados por el Supervisor.

Uso de Explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor y según lo indicado en la Subsección 05.05 de las Disposiciones Generales.

Utilización de los materiales excavados

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior alrededor de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin.

Los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser retirados por El Contratista de la zona de las obras, hasta los sitios indicados en el Proyecto y/o aprobados por el Supervisor, siguiendo las disposiciones de las especificaciones 07.05.00 TRANSPORTE DE ESCOMBROS $D < 1.00$ km y 07.06.00 TRANSPORTE DE ESCOMBROS $D > 1.00$ km, de ser el caso, descontando siempre la distancia libre de transporte de 120 metros.

Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar. Se recomienda usar los sitios donde se ha tomado el material de préstamo (canteras), sin ningún tipo de cobertura vegetal y sin uso aparente. Se debe evitar zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua, para asegurar que el nivel de agua, durante el tiempo de lluvias, no sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito. No se colocará el material en lechos de ríos, ni a 30 metros de las orillas.

Tolerancias

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 centímetros en cota, ni más de 5 centímetros en la localización en planta.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el cumplimiento de lo exigido en especificación MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según lo indicado en la presente especificación, referente a Método de Construcción.
- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en la presente especificación.

MEDICION

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos, aproximado al décimo de metro cúbico, medido en su posición original, de material aceptablemente excavado determinado dentro de las líneas indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Supervisor.

En las excavaciones para estructuras y alcantarillas toda medida se hará con base en caras verticales. Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines del pago.

El área medida de la sección transversal no incluirá agua u otro líquido, pero incluirá barro, lodo u otros materiales de construcción similares y que pudieran ser bombeados o desaguados. La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido. Tampoco se incluirá en la medición para el pago el volumen de material removido por segunda vez con excepción del caso en el cual los planos o el Ingeniero Supervisor requieran la excavación de zanjas para alcantarillas después de

la construcción del terraplén; el volumen de excavación para tales zanjas para alcantarillas; será incluido en la medición para el pago de este ítem.

La medida de la excavación de acequias, zanjas u obras similares se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de ejecutar el trabajo respectivo.

PAGO

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al Precio Unitario del contrato por metro cúbico (M3), para la partida EXCAVACIÓN PARA

ESTRUCTURAS, entendiéndose que dicho precio y pago deberá cubrir todos los costos de excavación, eventual perforación y voladura, y la remoción de los materiales excavados, hasta los sitios de utilización o desecho; las obras provisionales y complementarias, tales como accesos, ataguías, andamios, entibados y desagües, bombeos, transportes, explosivos, la limpieza final de la zona de construcción, mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida en general, y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y según lo dispuesto en la Subsección 07.05 de las Disposiciones Generales. y según lo dispuesto en la Subsección 07.05 de las Disposiciones Generales.

05.02.02. RELLENO CON MATERIAL PROPIO

(Ver Especificación de 03.05 RELLENO CON MATERIAL PROPIO)

05.02.03. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende el suministro e instalación de todos los encofrados, las formas de madera y/o metal, necesarias para confinar y dar forma al concreto; en el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que se establece más adelante.

MATERIALES

Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente.

ENCOFRADO DE SUPERFICIES NO VISIBLES

Los encofrados de superficie no visibles pueden ser contruidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

ENCOFRADO DE SUPERFICIE VISIBLE

Los encofrados de superficie visibles hechos de madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada o metal, en la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas, aprobadas por el Ingeniero Supervisor.

Elementos para la colocación del concreto

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

METODO DE CONSTRUCCION

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).

El diseño y seguridad de las estructuras provisionales, andamiajes y encofrados serán de responsabilidad única del Contratista. Se deberá cumplir con la norma ACI – 357.

Los encofrados deberán ser diseñados y contruidos en tal forma que resistan plenamente, sin deformarse, el empuje del concreto al momento del vaciado y el peso de la estructura mientras esta no sea auto portante. El Contratista deberá proporcionar planos de detalle de todos los encofrados al Supervisor, para su aprobación.

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Antes de efectuar los vaciados de concreto, el Supervisor inspeccionará los encofrados con el fin de aprobarlos, prestando especial atención al recubrimiento del acero de refuerzo, los amarres y los arriostres.

Los orificios que dejen los pernos de sujeción deberán ser llenados con mortero, una vez retirado estos.

Remoción de los encofrados

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma talque permita concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su

propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

- ✓ Estructuras para arcos 14 días
- ✓ Estructuras bajo vigas 14 días
- ✓ Soportes bajo losas planas 14 días
- ✓ Losas de piso 14 días
- ✓ Placa superior en alcantarillas de cajón 14 días
- ✓ Superficies de muros verticales 48 horas
- ✓ Columnas 48 horas
- ✓ Lados de vigas 24 horas
- ✓ Cabezales alcantarillas TMC 24 horas
- ✓ Muros, estribos y pilares 03 días

En el caso de utilizarse aditivos, previa autorización del Supervisor, los plazos podrán reducirse de acuerdo al tipo y proporción del acelerante que se emplee; en todo caso, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras de concreto.

Todo encofrado, para volver a ser usado no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente. No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser

curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de encofrados y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

Acabado y reparaciones

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, el Supervisor podrá dispensar al Contratista de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias. Limitaciones en la ejecución

Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

MEDICION

El método de medición será el área en metros cuadrados (m²), cubierta por los encofrados, medida según los planos comprendiendo el metrado así obtenido, las estructuras de sostén y andamiajes que fueran necesarias para el soporte de la estructura.

PAGO

El número de metros cuadrados, obtenidos en la forma anteriormente descrita, se pagará el precio unitario por (M2) correspondiente a la partida 04.03.06 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO de los elementos estructurales, cuyo precio y pago constituye compensación completa del suministro de materiales y accesorios para los encofrados y la obra falsa y su construcción y remoción, mano de obra, herramientas necesarias, así como los imprevistos necesarios para completar la partida.

05.02.04. CONCRETO $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ + 30 % PM.

(Ver Especificación de CONCRETOS)

05.02.05. ALCANTARILLA TMC 24"

05.02.06. ALCANTARILLA TMC 40"

05.02.07. ALCANTARILLA TMC 48"

05.02.08. ALCANTARILLA TMC 60"

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Supervisor. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Comprende también la construcción del solado a lo largo de la tubería; las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

MATERIALES

TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA (TMC): Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado; su sección puede ser circular, elíptica, abovedada o de arco; en el caso del presente proyecto serán únicamente circulares.

Los materiales para la instalación de tubería corrugada deben satisfacer los siguientes requerimientos:

(a) Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente

Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos y tuercas) entre el rango de doscientos milímetros (200 mm.) y un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36.

Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-444. Los pernos deberán cumplir con la especificación ASTM A-307, A-449 y las tuercas con la especificación ASTM A-563.

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a AASHTO M-36.

(b) Estructuras conformadas por planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente

Para las estructuras y sus accesorios (pernos y tuercas) de más de un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro o luz las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-569 y AASHTO M-167 y pernos con la especificación ASTM A-563 Grado C.

El galvanizado de las planchas o láminas deberá cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-123 ó ASTM A-444, y para pernos y tuercas con la especificación ASTM A-153 ó AASHTO M-232.

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a AASHTO M-36.

MATERIAL PARA SOLADO Y SUJECIÓN: El solado y la sujeción se construirán con material para sub-base granular, cuyas características estarán de acuerdo con lo establecido en la partida 03.01.00 SUB BASE GRANULAR.

Equipo

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular, según se indica en la especificación 03.01.00 SUB BASE GRANULAR. Cuando se requiera apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de gatas para dicha labor.

El equipo deberá cumplir con las estipulaciones que se dan en la Subsección 05.11 de las Disposiciones Generales.

REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Calidad de los tubos y del material

(a) **Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos**

Antes de comenzar los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para el MTC, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y recubrimiento galvanizado especificados.

Ningún tubo será aceptado, sino hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor.

(b) Inspección y muestreo en la fábrica o el taller

Se deberá tener en consideración lo indicado en la Sección 12.10 de las Disposiciones Generales.

(c) Reparación de revestimientos dañados

Aquellas unidades donde el galvanizado haya sido quemado por soldadura, o dañado por cualquier otro motivo durante la fabricación, deberán ser re galvanizadas, empleando el proceso metalizado descrito en el numeral 24 de la especificación AASHTO M-36.

(d) Manejo, transporte, entrega y almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Supervisor, serán rechazados, aun cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

METODO DE CONSTRUCCIÓN

☐ **Preparación del terreno base**

Cuando el fondo de la alcantarilla se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado; de manera que la superficie compactada quede ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la alcantarilla.

El material utilizado en el relleno deberá clasificar como corona de Terraplén, según la Tabla de Requisitos de los Materiales de la especificación TERRAPLEN, y su compactación deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo MTC E 115).

Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, ésta deberá tener caras verticales, cada una de las cuales deberá quedar a una distancia suficiente del lado exterior de la alcantarilla, que permita la construcción del solado en el ancho mencionado en la Tabla de Requisitos de resistencia al aplastamiento y absorción o el indicado por el Supervisor. El fondo de la zanja deberá ser excavado a una profundidad de no menos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas especificadas del fondo de la alcantarilla.

Requisitos de Resistencia al Aplastamiento y Absorción

Diámetro Interno de Diseño (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)	Resistencia Promedio N/m (kg/m)	MTC E 901 Absorción Máxima (%) MTC E 902	Ancho de Solado (m)
450	38	32,4 (3300)	9,0	1,15
600	54	38,2 (3900)	9,0	1,30
750	88	44,1 (4500)	9,0	1,45

Dicha excavación se realizará conforme se indica en la sección de movimiento de tierras, previo el desmonte y limpieza requeridos.

Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá desviarla hasta cuando se pueda conducir a través de la alcantarilla.

Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural, el contratista deberá previamente solicitar el respectivo permiso al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

No se permitirá el vadeo frecuente de arroyos con equipos de construcción, debiéndose utilizar puentes u otras estructuras donde se prevea un número apreciable de paso del agua.

Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural, se deberá previamente solicitar el permiso respectivo a la Administración Técnica del Distrito de riego correspondiente.

Así mismo, el curso abandonado deberá ser restaurado a su condición original.

Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua, se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para éste fin. No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

La excavación deberá tener una amplitud tal, que el ancho total de la excavación tenga una vez y media (1,5) el diámetro de la alcantarilla.

☐ **Solado**

El solado se construirá con material de Sub-base granular, en el ancho indicado en la sección anterior, y de acuerdo con el procedimiento descrito en la Subsección 621.07. Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para Subbase, de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de espesor compactado, y un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más seiscientos milímetros (600 mm). La superficie acabada de dicha capa deberá coincidir con las cotas especificadas del fondo exterior de la alcantarilla y su compactación mínima será la que se especifica para la corona del Terraplén, según la especificación TERRAPLEN, referente a Aceptación de los Trabajos, Compactación.

☐ **Instalación de la alcantarilla**

La alcantarilla TMC, corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La alcantarilla se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba.

Cuando los planos, o el Supervisor indiquen apuntalamiento, éste se hará alargando el diámetro vertical en el porcentaje indicado en aquellos y manteniendo dicho alargamiento con puntales, trozos de compresión y amarres horizontales. El alargamiento se debe hacer de manera progresiva de un extremo de la tubería al otro, y los amarres y puntales se deberán dejar en sus lugares hasta que el relleno esté terminado y consolidado, a menos que los planos lo indiquen en otra forma.

Relleno

La zona de terraplén adyacente a la alcantarilla, con las dimensiones indicadas en los planos o fijadas por el Supervisor, se ejecutará de acuerdo a lo especificado en la partida de RELLENO DE ESTRUCTURAS.

Su compactación se efectuará en capas horizontales de ciento cincuenta a doscientos milímetros (150 mm – 200 mm) de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado de la alcantarilla, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar las alcantarillas.

La compactación en las capas del relleno no será inferior a las que se indica para la corona del Terraplén, según la especificación TERRAPLEN, referente a Aceptación de los Trabajos, Compactación

Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar, la zona de las obras y sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Supervisor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

Aguas y Suelos agresivos

Si las aguas que han de conducir las alcantarillas presentan un pH menor de seis (6) o que los suelos circundantes presenten sustancias agresivas, los planos indicarán la protección requerida por ellos, cuyo costo deberá quedar incluido en el precio unitario de la alcantarilla.

Aceptación de los trabajos

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- Verificar el cumplimiento de lo indicado en la especificación MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL.
- Comprobar que las alcantarillas y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

(b) Marcas

No se aceptará ningún tubo, a menos que el metal esté identificado por un sello en cada sección que indique:

- Nombre del fabricante de la lámina
- Marca y clase del metal básico
- Calibre o espesor
- Peso del galvanizado

Las marcas de identificación deberán ser colocadas por el fabricante de tal manera, que aparezcan en la parte exterior de cada sección de cada tubo.

(c) Calidad de la alcantarilla

Constituirán causal de rechazo de las alcantarillas, los siguientes defectos:

- Traslapes desiguales
- Forma defectuosa
- Variación de la línea recta central
- Bordes dañados
- Marcas ilegibles
- Láminas de metal abollado o roto.

La alcantarilla metálica deberá satisfacer los requisitos de todas las pruebas de calidad mencionadas en la especificación ASTM A-444.

Además, el Supervisor tomará, al azar, muestras cuadradas de lado igual a cincuenta y siete milímetros y una décima, más o menos tres décimas de milímetro ($57,1 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$), para someterlas a análisis químicos y determinación del peso del galvanizado, cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias de la especificación ASTM A-444. El peso del galvanizado se determinará en acuerdo a la norma ASTM A-525. Las muestras para estos ensayos se podrán tomar de la alcantarilla ya fabricada o de láminas o rollos del mismo material usado en su fabricación.

(d) Tamaño y variación permisible

La longitud especificada de la alcantarilla será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado a la alcantarilla.

(e) Solado y relleno

El material para el solado deberá satisfacer los requisitos establecidos para la SUBBASE GRANULAR y el del relleno, los de las pruebas establecidas en la especificación RELLENO PARA ESTRUCTURAS.

La frecuencia de las verificaciones de compactación será establecida por el Supervisor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe, no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno.

Todos los materiales que resulten defectuosos de acuerdo con lo prescrito en esta especificación deberán ser reemplazados por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

Así mismo, el Contratista deberá reparar, a sus expensas, las deficiencias que presenten las obras ejecutadas, que superen las tolerancias establecidas en esta especificación y en aquellas que la complementan.

La evaluación de los trabajos de ALCANTARILLA TMC \varnothing 24", ALCANTARILLA TMC \varnothing 40" y ALCANTARILLA TMC \varnothing 48", ALCANTARILLA TMC \varnothing 60", se efectuará según lo indicado en las Subsecciones 04.11(a) y 04.11(b) de las Disposiciones Generales.

MEDICION

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales (MI), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, de los diferentes diámetros y calibres, suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Supervisor, a plena satisfacción de éste.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Supervisor.

PAGO

La longitud medida en la forma descrita anteriormente, será pagada según el diámetro, al precio unitario del contrato, por metro lineal (MI), para las partidas 05.02.05 ALCANTARILLA TMC \varnothing 24", 05.02.06 ALCANTARILLA TMC \varnothing 40", 05.02.07 ALCANTARILLA TMC \varnothing 48", 05.02.08 ALCANTARILLA TMC \varnothing 60" respectivamente.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, patentes e instalación de las tuberías; el apuntalamiento de éstas cuando se requiera; el suministro, colocación y compactación del solado de material granular; el revestimiento bituminoso de los tubos que lo requieran, incluido el suministro del material; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; el relleno para estructuras, la limpieza de la zona de ejecución de los trabajos al término de los

misimos; el transporte y adecuada disposición de los materiales sobrantes y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo indicado en la Subsección 07.05 de las Disposiciones Generales.

05.02.09. EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA $f'c=175 \text{ kg/cm}^2 \text{ m}^3$

DESCRIPCION

Consiste en el suministro de piedras, para ser acomodadas y fijadas con el objeto de formar un pavimento en los cursos de agua, indicado en los planos o fuese ordenado por el Ingeniero Supervisor.

MATERIALES

Piedras: Las piedras serán de calidad y forma apropiadas, macizas, ser resistentes a la intemperie, durables, exentas de defectos estructurales y de sustancias extrañas y deberán conformarse a los requisitos indicados en los planos.

Pueden proceder de la excavación de la explanación o de fuentes aprobadas y provendrán de cantos rodados o rocas sanas, compactas, resistentes y durables.

El tamaño máximo admisible de las piedras, dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios ($2/3$) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar. Se puede usar Piedras Medianas de 4".

Resistencia a la abrasión

Al ser sometido al ensayo de Abrasión, gradación E, según norma de ensayo ASTM C- 535, el material por utilizar en la construcción, no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50%).

Mortero: Será de cemento Portland $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de enrocados, deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos. Los equipos deberán cumplir las consideraciones descritas en la Subsección 06.01 del presente documento.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Luego de efectuados los trabajos de excavación para estructuras, se procederán a conformar la superficie mediante equipo pesado.

El grado de uniformidad deberá permitir la colocación del emboquillado de piedra en forma estable y segura.

No se permitirá que exista material suelto que pudiera ocasionar asentamientos indeseables.

Se procederán a acumular el material rocoso en cada tramo crítico con cierto acomodo de tal manera que las piedras queden embebidas en el mortero, hasta que las capas de piedras cumplan con las dimensiones indicadas en los planos del Proyecto o las indicadas por el Supervisor.

Se deberá tratar de que todas las piedras estén dispuestas de tal manera que exista la mayor cantidad de puntos de contacto entre los que sean próximos.

Se deberá tratar de que todos los bloques estén dispuestos de tal manera que exista la mayor cantidad de puntos de contacto entre los que sean próximos.

Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista propondrá al Supervisor el método de construcción que considere más apropiado para cada tipo de material por emplear, con el fin de cumplir las exigencias de esta especificación.

En dicha propuesta se especificarán las características de la maquinaria por utilizar, los métodos de excavación, carga y transporte de los materiales, el procedimiento de colocación y el método para colocarlas. Además, se aducirán experiencias similares con el método de ejecución propuesto, si las hubiere.

Salvo que el Supervisor considere que con el método que se propone existe suficiente experiencia satisfactoria, su aprobación quedará condicionada a un ensayo en la obra, el cual consistirá en la construcción de un tramo experimental, en el volumen

que estime necesario, para comprobar la validez del método propuesto o para recomendar todas las modificaciones que requiera.

Durante esta fase se determinará, mediante muestras representativas, la gradación del material colocado y embebido en el concreto; y se conceptuará sobre el grado de estabilidad y densificación alcanzado.

Se controlarán, además, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales de los aliviaderos y emboquillados de piedra, después de cada pasada del equipo de compactación.

Limitaciones en la ejecución

La construcción de aliviaderos y emboquillados de piedra, no se llevará a cabo en instantes de lluvia o cuando existan fundados temores de que ella ocurra.

Durante los trabajos respectivos para realizar los aliviaderos y emboquillados de piedra, se debe contar con un botiquín con todos medicamentos e implementos necesarios para salvar cualquier percance que pueda alcanzar al personal de obra.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción de los aliviaderos y emboquillados de piedra, cumplan los requisitos de calidad mencionados en la presente especificación.
- Controlar las dimensiones y demás requisitos exigidos a los aliviaderos y emboquillados de piedra.

Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de aliviaderos y emboquillados de piedra y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría.
- El desgaste Los Ángeles.

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la presente especificación, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las diferentes descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellos que, a simple vista, contengan fracturas o tamaños inferiores o superiores al especificado.

Además, efectuará las verificaciones periódicas de calidad del material que se establecen en la presente especificación

Calidad del producto terminado

El Supervisor exigirá que:

- ☐ Los aliviaderos y emboquillados de piedra terminados no acusen irregularidades a la vista.
- ☐ La distancia entre el eje del proyecto y el borde de los aliviaderos y emboquillados de piedra, no sea menor que la distancia señalada en los planos o modificada por él.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

El trabajo de aliviaderos y emboquillados de piedra, será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación, las indicaciones del Supervisor y se complete a satisfacción de este.

MEDICIÓN

Este trabajo será medido en metros cuadrados (m²) de aliviaderos y emboquillados de piedra, de acuerdo con las especificaciones mencionadas indicadas en los planos a menos que el Supervisor haya ordenado cambios durante la construcción.

No habrá medida de aliviaderos y emboquillados de piedra, por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Supervisor, elaborados por el Contratista por error o conveniencia, para la operación de sus equipos.

PAGO

Las cantidades de revestimiento de emboquillado de piedra, serán pagadas por metro cuadrado (M2) al precio del contrato para la partida 05.02.09. EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ m3, aceptado por el Supervisor, en su posición final, aproximado al metro cúbico completo.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, transporte, descarga, almacenamiento, colocación, y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los enrocados, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación, las instrucciones del Supervisor.

El precio unitario comprende la compensación total de estos trabajos, incluyendo mano de obra, leyes sociales, impuestos, materiales, herramientas y equipos e imprevistos necesarios para culminar el trabajo a entera satisfacción del Supervisor.

05.02.11. MATERIAL GRANULAR COMPACTADO PARA EMBOQUILLADOS
 $e=0.20 \text{ m}$

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, colocación y compactación de material granular hormigón o similar en una capa de 20 cm, o en lo contrario se debe realizar los trabajos de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor, la preparación de la base de material granular se hará con la maquinaria adecuada para tal fin y cuando ello no sea posible, se hará manualmente, pero empleando un rodillo liso vibratorio Para su compactación, un camión cisterna de 4x2 de capacidad de 2000gl de agua, una motoniveladora de 125 hp, dicho material se traerá desde la ciudad de Trujillo cuyo transporte se encuentra incluido en el costo.

Se denomina sub-base a la capa inmediatamente superior al Terreno de Fundación. Es un elemento que básicamente cumple la función protectora del pavimento ante la

presencia de cualquier agua, drenándola, por cuya razón su composición debe ser granular, complementariamente entre otras cumple las siguientes funciones:

- ☐ Ser resistente y distribuir adecuadamente las presiones solicitantes.
- ☐ Servir de dren para eliminar rápidamente el agua superficial o el proveniente de la ascensión capilar del agua que proviene de niveles inferiores.
- ☐ Absorber las deformaciones de la sub-rasante debido a cambios volumétricos.

Los materiales que se usarán como sub base serán seleccionados previstos de suficiente cantidad de vacíos para garantizar su resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje.

Serán suelos granulares del tipo A-1a o A1b del sistema de clasificación AASHO, es decir gravas o gravas arenosas compuestas por partículas duras y durables y de aristas vivas. Podrán provenir de dispositivos naturales, del chancado de rocas, o de una combinación de agregado zarandeado y chancado con una combinación de agregado zarandeado y chancado con un tamaño máximo de 2".

El material para la capa de sub-base estará libre de materia vegetal y terrones de tierra.

El material de sub-base debe cumplir los siguientes requisitos de granulometría.

TABLA 4

Requerimientos Granulométricos para Sub Base Granular

TAMIZ	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (No 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (No 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 mm (No 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 mm (No 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Norma Técnica CE. 010 de Pavimentos Urbanos

* La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm.

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Requerimientos de Calidad para Sub-Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		<3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50 % máximo	
CBR de Laboratorio	NTP 339.145:1999	30-40 % mínimo*	
Límite Líquido	NTP 339.129:1998	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1998	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

Fuente: Norma Técnica CE. 010 de Pavimentos Urbanos

* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines. 40% para pavimentos flexibles.

El material de sub-base será colocado y extendido sobre el Terreno de Fundación aprobada, en volumen apropiado para que una vez compactado alcance el espesor indicado en los planos.

La compactación se efectuará con rodillo vibratorio hasta alcanzar los niveles de densificación requeridos.

La compactación se hará desde los bordes hacia el centro de la vía con pasadas paralelas a su eje, en número suficiente para asegurar la densidad de campo de control.

El espesor de la sub base terminada no deberá diferir en +/- 1 cm. de lo indicado en los planos.

Para verificar la calidad del material, se utilizarán las siguientes normas de control:

a) Granulometría (AASHO T88, ASIM D1422)

- b) Límites de consistencia (AASHTO T89/90, ASIM D1-423/24)
- c) Clasificación por el método AASHO
- d) Ensayo C.B.R.
- e) Proctor modificado (AASHO TBO, método D)

La frecuencia de estos ensayos será determinada por la supervisión y serán obligatorios cuando se evidencie un cambio en el tipo de suelo del material base.

Para verificar la compactación se utilizará la norma la densidad de campo (ASTM D1556). Este ensayo se realizará cada 200 m². de superficie compactada, en puntos dispuestos en tresbolillo.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La partida indicada se medirá de acuerdo a las prescripciones antes dicha por metro cuadrado (m²).

BASES DE PAGO

La partida se pagará de acuerdo al análisis de costos unitarios por metro cuadrado (m²), entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

06. SEÑALIZACIÓN.

06.01. SEÑALES INFORMATIVAS.

06.01.01. SEÑALES INFORMATIVAS

DESCRIPCION

Las señales informativas se usan para guiar al conductor a través de una ruta determinada, dirigiéndolo al lugar de su destino. Así mismo se usan para destacar lugares notables (ciudades, ríos, lugares históricos, etc.) en general cualquier información que pueda ayudar en la forma más simple y directa.

MATERIALES

Paneles. -

Los paneles que soportarán de sustento para los diferentes tipos de señales, serán uniformes para todo el proyecto. Los paneles tendrán las dimensiones especificadas en los planos, podrán estar formadas por varias piezas modulares uniformes, no se permitirán en ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual.

Los paneles serán de resina poliéster reforzados con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta. El panel deberá ser plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de lámina retroreflectiva especificada.

El panel estará libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvaturas que afecten su rendimiento, altere las dimensiones del panel o afecte su nivel de servicio. La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

El espesor de los paneles será de 6 mm. Con una tolerancia de más o menos 0.4 mm.

El color del panel será gris uniforme. La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte de color negro.

El panel de la señal será reforzado con platinas de acero, embebidas en la fibra de vidrio, según detalle indicado en los planos.

Láminas Retro-reflectivas

Este tipo de material es el que va colocado por adherencia en los paneles, para conformar una señal de tránsito visible en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre dicha señal. El material retroreflectivo será tipo II grado ingeniería, el fondo de la señal será en lámina retroreflectante color verde, grado alta intensidad, el mensaje a transmitir y los bordes irán con material reflectorizante de grado alta intensidad de color blanco. El material deberá cumplir con las ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA USO EN SEÑALIZACIÓN DE OBRAS VIALES (1,999) editado por el MTC.

Todas las láminas retroreflectivas deberán permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendadas por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

Poste de fijación de señales. -

Los postes de fijación serán de Tubería F°G° Ø=2.5", las dimensiones del soporte se indican en los planos de proyecto y serán pintados en fajas de 0.50 m con dos manos de esmalte de color negro y blanco alternadamente.

La pintura deberá cumplir con las especificaciones de pintura esmalte de las ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CALIDAD DE PINTURAS PARA OBRAS VIALES.

Cimentación de los postes. -

Los postes de soporte de señales serán cimentados en concreto $f'c=175 \text{ Kg. /cm}^2$ de acuerdo a lo indicado en los planos.

Tipos de señal Informativa



AGUA SANTA



OLMOS

Características

Las señales de información tienen por objeto identificar las vías y guiar al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar. Estas señales se identifican con el código SI.

Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre.

Las señales de información se agrupan de la siguiente manera:

1. Señales de Dirección

- Señales de destino
- Señales de destino con indicación de distancias
- Señales de indicación de distancias

2. Señales Indicadoras de Ruta

3. Señales de Información General

- Señales de Información
- Señales de Servicios Auxiliares

Las Señales de Dirección, tienen por objeto guiar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios. Los Indicadores de Ruta sirven para mostrar el número de ruta de las carreteras, facilitando a los conductores la identificación de ellas durante su itinerario de viaje. Las Señales de Información General se utilizan para indicar al usuario la ubicación de lugares de interés general, así como los principales servicios públicos conexos con las carreteras (Servicios Auxiliares).

Forma. - Su forma es rectangular con su mayor dimensión horizontal, y su aplicación será el siguiente:

- SI-5.- SEÑAL DE DESTINO. - se utiliza antes de una intersección a fin de guiar al usuario en el itinerario a seguir para llegar a su destino.

- SI-18.- SEÑAL DE LOCALIZACION. - se utiliza para indicar lugares de interés tales como puentes, etc.

Las señales informativas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

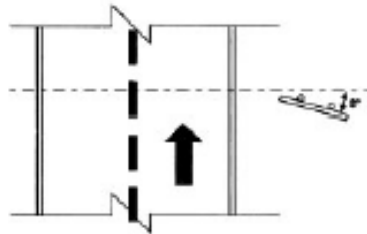
Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tiene también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, ambientales, arqueológicos humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales informativas se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

Dentro de la señalización informativa se incluye la ambiental, cuyo propósito es mostrar a lo largo de la vía mensajes de concienciación ecológica para mitigar la afectación de los componentes ambientales durante el funcionamiento del camino. Los mensajes estarán de acuerdo a los diseños incluidos en los planos, no obstante, pueden ser:

- Protege la fauna silvestre
- Evita y denuncia la caza furtiva
- Cuidado Cruce de Animales Silvestres
- Protege la vegetación natural, es fuente de vida
- No arrojes residuos sólidos en el cauce del río
- No arrojes basura al camino
- No arrojes basura al río
- Conserva el Medio Ambiente
- Conserva tu camino, no lo destruyas, cuídalo
- Conserva tu camino, no arrojes basura
- Respeta las señales de tránsito, etc.

Las señales informativas deberán formar con el eje del camino un ángulo de 90°, pudiéndose variar ligeramente en el caso de las señales con material reflectorizantes, la cual será de 8 a 15° en relación a la perpendicular de la vía.



□ Paneles

Los de soportes a los diferentes tipos de señales serán uniformes para un proyecto. Todos los paneles hasta 2.40 x 1.20 mts serán del mismo tipo de material y de una sola pieza para las señales preventivas y reglamentarias. Los paneles de señales con dimensión horizontal mayor que dos metros cincuenta (2,40m.) podrán estar formados por piezas modulares uniformes de acuerdo al diseño que se indique en los planos y documentos del proyecto salvo aprobación del Supervisor.

Para proyectos ubicados por debajo de 3 000 m.s.n.m. y en zonas aledañas a áreas marinas se utilizarán paneles de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Colores

Los colores utilizados en estas señales son los siguientes: Fondo verde, borde y letras blancas.

Norma de Diseño

En lo concerniente a las señales de Dirección e Información General. Se seguirán las siguientes normas de Diseño:

- El borde y marco de la señal, tendrán un ancho mínimo de 1 cm y máximo de 2 cm.
- Las esquinas de las placas de las señales se redondearán con un radio de curvatura de 2 cm. como mínimo y 6 cm. como máximo, de acuerdo al tamaño de la señal.

- La distancia de la línea interior del marco a los límites superior e inferior de los renglones inmediatos será de $1/2$ a $3/4$ de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre regiones será de $1/2$ a $3/4$ de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia de la línea interior del marco a la primera o la última letra de la región más larga variará entre $1/2$ a 1 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre palabras variará entre $0,5$ a 1.0 de altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya números la distancia mínima horizontal entre palabra y número será igual a la altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya flechas, la distancia mínima entre palabra y flecha será igual a la altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya flecha y escudo, la distancia entre la flecha y el escudo será de $1/2$ la altura de las letras mayúsculas.
- El diseño de la flecha será el mismo para las tres (3) posiciones: vertical, horizontal y diagonal. Su longitud será 1.5 veces la altura de la letra mayúscula, la distancia de la línea interior del marco a la flecha será de 0.5 - 1.0 veces la altura de las letras mayúsculas.
- El orden en que se colocarán los puntos de destino será el siguiente: primero el de dirección recta; segundo el de dirección izquierda y el tercero en dirección derecha.
- Cuando la señal tenga dos (2) renglones con flecha vertical, se podrá usar una sola flecha para las dos regiones, con una altura equivalente a la suma de las alturas de las letras más el espacio de los renglones.
- Para dos (2) renglones con flechas en posición diagonal se podrá usar una sola flecha de longitud equivalente a la suma de las alturas de las letras más el espacio entre renglones y aumentada en una cuarta parte de la suma anterior.
- Las señales informativas de dirección deben limitarse a tres (3) renglones de leyendas; en el caso de señales elevadas solo dos.

METODO CONSTRUCTIVO

Instalación

El panel de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre 75° y 90°. Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido de tránsito.

Las distancias del borde y altura con respecto al borde de la carretera, serán las especificadas en el MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Los postes y estructuras de soporte serán diseñados de tal forma que la altura de la señal medida desde la cota del borde de la carretera, hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 1.20m ni mayor de 1.80m.

METODO DE MEDICION

El método de medición es por unidad (und), colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se hará por unidad (und) según precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

El precio unitario cubrirá todos los costos de adquisición de materiales, fabricación, transporte e instalación de los dispositivos, señales de tránsito incluyendo las placas, sus refuerzos y el material retroreflectivo, además de la mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y todo insumo que requiere para la ejecución del trabajo.

06.02. SEÑALES PREVENTIVAS.

06.02.01. SEÑALES PREVENTIVAS

DESCRIPCIÓN

Las señales preventivas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Las señales preventivas se usarán para indicar con anticipación, la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o

potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones necesarias.

Se incluye también en este tipo de señales las de carácter de conservación ambiental como la presencia de zonas de cruce de animales silvestres o domésticos.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

MATERIALES

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. Los materiales serán concordantes con algunos de los siguientes:

- Paneles: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Paneles para Señales.

- Material Retroreflectivo: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Material retroreflectivo.

- Cimentación: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Excavación y Cimentación.

EQUIPO

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

PREPARACION DE SEÑALES PREVENTIVAS

Según lo indicado en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente de estas especificaciones, referente a Requerimientos de Construcción, según corresponda.

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Se confeccionarán en plancha de fibra de vidrio de 4mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, de las medidas indicadas en los planos, el fondo de la señal irá con material reflectorizante alta intensidad amarillo, el símbolo y el borde del marco serán pintados con tinta xerográfica color negro y se aplicará con el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

El panel de la señal será reforzado con platinas embebidas en la fibra de vidrio según se detalla en los planos.

Postes de Fijación de Señales

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos, según lo dispuesto en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Postes de Concreto.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los Postes

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Tendrá en cuenta lo indicado en las presentes

Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Excavación y Cimentación.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

MEDICIÓN

El método de medición es por unidad de señal, incluido poste (unidad) y cimentación, colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

La armadura de refuerzo de fierro en los postes y cimentaciones no será medida.

La excavación para la instalación no será medida.

PAGO

La cantidad determinada según el Método de Medición, será pagada al precio Unitario del Contrato, para la partida 06.02.01 SEÑALES PREVENTIVAS y dicho precio y pago constituirá compensación total por el costo de materiales, fabricación e instalación de los dispositivos, postes, estructuras de soporte y señales de tránsito incluyendo las placas, sus refuerzos y el material retroreflectivo, equipo, mano de obra, leyes sociales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida.

No se considera para el pago la excavación y el refuerzo de acero de los postes, los que fueron considerados como un componente del respectivo precio unitario.

06.03. SEÑALES REGLAMENTARIAS.

06.03.01. SEÑALES REGLAMENTARIAS.

DESCRIPCIÓN

Las señales reglamentarias constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente. Se utilizan para indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la Circulación Vehicular.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. Los materiales serán concordantes con algunos de los siguientes:

- **Paneles:** Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Paneles para Señales.
- **Material Retroreflectivo:** Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Material retroreflectivo.
- **Cimentación:** Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Excavación y Cimentación.

Equipo

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

PREPARACION DE LA SEÑALES REGLAMENTARIAS

Según lo indicado en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente de estas especificaciones, referente a Requerimientos de Construcción, según corresponda.

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad color blanco, círculo rojo con tinta xerográfica transparente, las letras, números, símbolos y marcas, serán pintados con tinta xerográfica color negro. Se utilizará el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

Postes de Fijación de Señales

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos, según lo dispuesto en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Postes de Concreto.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos, tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los Postes

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Tendrá en cuenta lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a

Excavación y Cimentación.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

MEDICION

La medición es por unidad de señal incluido poste unidad (und), y cimentación colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

La armadura de refuerzo de fierro en los postes y cimentaciones no será medida. La excavación para la instalación no será medida.

PAGO

La cantidad determinada según el método de medición, será pagada al precio unitario del contrato, para la partida 06.03.01SEÑAL REGLAMENTARIA este precio constituirá compensación total por el costo de los materiales, fabricación e instalación de los dispositivos, postes, estructuras de soporte y señales de tránsito incluyendo las placas, sus refuerzos y el material retroreflectivo, equipos, mano de obra, leyes sociales e imprevistos necesarios para completar la partida.

No se considera para el pago la excavación y el refuerzo de acero de los postes, los que fueron considerados como un componente del respectivo precio unitario.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente

06.04. POSTES DE KILOMETRAJE.

06.04.01. POSTE DE KILOMETRAJE.

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Supervisor.

El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias.

MATERIALES

Concreto

Los postes serán prefabricados y se elaborarán con un concreto de concreto de $f'c$ 175 kg/cm². Para el anclaje del poste podrá emplearse un concreto ciclópeo $f'c$ 140 kg/cm² + 30 % de piedra mediana.

Refuerzo

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en los planos y documentos del proyecto y el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras".

Pintura

El color de los postes será blanco y se pintarán con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajorrelieve, se hará utilizando esmalte negro y caracteres del alfabeto serie C y letras de las dimensiones mostradas en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

Método de Construcción

Fabricación de los postes

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con un concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad y con la forma y dimensiones establecidas

para el poste de kilometraje en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

La pintura del poste se realizará con productos acordes y con los colores establecidos para el poste.

Ubicación de los postes

Los postes se colocarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o señale el Supervisor, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la carretera. La colocación en el caso de carreteras de una pista bidimensional se hará en el costado derecho de la vía para los kilómetros pares y en el izquierdo para el kilometraje impar. En caso de autopistas se colocará un poste de kilometraje en cada pista y en cada kilómetro. Los postes se colocarán a una distancia del borde de la berma de cuando menos un metro y medio (1.50 m), debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos.

Excavación

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo deberán ser las indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

Colocación y anclaje del poste

El poste se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía. El espacio entre el poste y las paredes de la excavación se rellenará con el concreto de anclaje.

Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la colocación de postes de kilometraje en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre demasiado húmedo, a juicio del Supervisor.

Toda agua retenida en la excavación deberá ser retirada por el Contratista antes de colocar el poste y su anclaje.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- ☐ Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- ☐ Comprobar que los materiales y mezclas satisfagan las exigencias de la presente especificación.
- ☐ Verificar que los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación esté conforme con los planos y las exigencias de esta especificación.
- ☐ Contar, para efectos de pago, los postes correctamente elaborados e instalados.

(b) Calidad de los materiales

El Supervisor no admitirá tolerancias en relación con los requisitos establecidos en los Materiales de Construcción para los diversos materiales que conforman los postes y su anclaje.

(c) Excavación

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

El Supervisor verificará, además, que su fondo sea horizontal y se encuentre debidamente compactado, de manera que proporcione apoyo uniforme al poste.

(d) Instalación del poste

Los postes de kilometraje sólo serán aceptados por el Supervisor, si su instalación está en un todo de acuerdo con lo que se indica en ítem COLOCACIÓN Y ANCLAJE de postes de la presente especificación.

(e) Dimensiones del poste

No se admitirán postes cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas en el "Manual de Dispositivos de Control para Tránsito en Calles y Carreteras del MTC" para el poste de kilometraje.

Tampoco se aceptarán si una o más de sus dimensiones excede las indicadas en el manual en más de dos centímetros (2 cm).

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, a satisfacción del Supervisor.

Medición

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (und) instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptada por el Supervisor.

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, para la partida 06.04.01 POSTES DE KILOMETRAJE, instalado a satisfacción del Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del poste hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y disposición en los sitios que defina el Supervisor de los materiales excavados; la instalación del poste y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado. Este precio y pago incluirá compensación completa para suministrar, colocar, preparar el sitio, herramientas, equipo, mano de obra, leyes sociales, materiales e **imprevistos necesarios para completar esta partida.**

07. TRANSPORTE DE MATERIAL

07.01. TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO HASTA 1KM

07.02. TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO >1KM

07.03. TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE <1KM

07.04. TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE >1KM

DESCRIPCIÓN

Bajo estas partidas se considera el material en general que requieren ser transportados

de un lugar a otro de la obra.

CLASIFICACIÓN

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:

- ☐ Proveniente de excedentes de corte a botaderos.
- ☐ Escombros a ser depositados en los botaderos.
- ☐ Proveniente de excedentes de corte transportados para uso en terraplenes y subbases.
- ☐ Proveniente de derrumbes, excavaciones para estructuras y otros.
- ☐ Proveniente de canteras para terraplenes, sub-bases, bases, enrocados.

MATERIALES

Los materiales a transportarse son:

Materiales provenientes de la excavación de la explanación

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación, y préstamos. También el material excedente a ser dispuesto en botaderos indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde

se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes, hasta su disposición final.

Materiales provenientes de derrumbes

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, a que hace referencia a la partida 02.05.00, REMOCIÓN DE DERRUMBES, de las presentes especificaciones.

Materiales provenientes de Canteras

Forma parte de este grupo todos los materiales granulares naturales, procesados o mezclados que son destinados a formar terraplenes, capas granulares de estructuras de pavimentos, tratamientos superficiales y sellos de arena-asfalto.

Se excluyen los materiales para concretos hidráulicos, rellenos estructurales, solados, filtros para sub-drenes y todo aquel que este incluido en los precios de sus respectivas partidas.

Escombros

Este material corresponde a los escombros de demolición de edificaciones, de pavimentos, estructuras, elementos de drenaje y cualquier otro que no vayan a ser utilizados en la obra. Estos materiales deben ser trasladados y dispuestos en los Depósitos de Deshecho indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Los materiales transportados, de ser necesarios, deberán ser humedecidos adecuadamente (sea piedras o tierra, arena, etc.) y cubiertos para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

EQUIPO

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los

elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento de Pesos y Dimensión Vehicular para Circulación en la Red Vial Nacional (D.S. 013-98-MTC).

Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

Todos los vehículos, necesariamente tendrán que humedecer su carga (sea piedras o tierra, arena, etc.) y demás, cubrir la carga transportada para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

Todos los vehículos deberán tener incorporado a su carrocería, los contenedores o tolvas apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material húmedo durante el transporte. Esta tolva deberá estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios, así también, deben estar en buen estado de mantenimiento.

El equipo de construcción y maquinaria pesada deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua. De otro lado, cada vehículo deberá, mediante un letrero visible, indicar su capacidad máxima, la cual no deberá sobrepasarse.

El mantenimiento de los vehículos debe considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos, balanceo, y calibración de llantas.

El lavado de los vehículos deberá efectuarse de ser posible, lejos de las zonas urbanas y de los cursos de agua.

Los equipos pesados para la carga y descarga deberán tener alarmas acústicas y ópticas, para operaciones en reverso en las cabinas de operación, no deberán viajar ni permanecer personas diferentes al operador.

Se prohíbe la permanencia de personal en la parte inferior de las cargas suspendidas.

METODO DE TRABAJO

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Supervisor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos serán recibidos con la aprobación del Supervisor considerando:

(a) Controles

- ☐ Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- ☐ Comprobar que las ruedas del equipo de transporte que circule sobre las diferentes capas de pavimento se mantengan limpias.
- ☐ Exigir al Contratista la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales. Si la limpieza no fuere suficiente, el Contratista deberá remover la capa correspondiente y reconstruirla de acuerdo con la respectiva especificación, a su costo.
- ☐ Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales, siguiendo el recorrido más corto y seguro posible.

(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Supervisor sólo medirá el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y sus instrucciones. Si el Contratista utiliza para el transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada por el Supervisor, éste solamente computará la distancia más corta que se haya definido previamente.

MEDICIÓN

Las unidades de medida para el transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes, serán las siguientes:

La unidad de pago de esta partida será el metro cúbico - kilómetro (m³-km) trasladado, o sea, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia real de transporte. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta los esponjamientos y las contracciones de los materiales, diferenciando los volúmenes correspondientes a distancias menores a 1.00 Km. y distancias mayores a 1.00 Km.

A continuación, se precisa los métodos de cómputo según el origen del material a transportar:

Material procedente del Corte de la plataforma o de las demoliciones a su posición final.

Se pagará el transporte desde el Centro de Gravedad del corte (determinado en el campo y aprobado por la Supervisión), desde el kilómetro entre las Progresivas i – j descontando los volúmenes propios (compensados dentro de los 120 mts) y la distancia de acarreo libre (120 mts), hasta el centro de gravedad correspondiente de la disposición final del material que pueden ser terraplenes o depósitos de desechos, aprobado por la Supervisión.

$$T = Vi - j \times (c + d)$$

Depósito de desechos

Donde:

- ☐ T : Transporte a pagar (m³ -km)
- ☐ $Vi - j$: Volumen de "Corte de material granular de la plataforma" en su posición inicial, entre Progresivas i-j. (m³), descontando los volúmenes propios.
- ☐ C : Distancia desde el centro de Gravedad del depósito de desechos a la carretera (km)
- ☐ D : Distancia desde la salida del depósito de desechos hasta el centro de Gravedad entre Progresivas i - j.(km)

Cuando el material es dispuesto para terraplenes sobre el prisma de carretera el valor de c , es cero (0).

Materiales procedentes de derrumbes

Es el mismo procedimiento que se aplica para materiales Material procedente del Corte de la plataforma o de las demoliciones a su posición final.

Material procedente de Cantera

Se considera el transporte del material desde el Centro de Gravedad de la cantera hasta el Centro de Gravedad del km en su posición final compactado, descontando la distancia libre de transporte (120 m).

$$T = Vi - j \times (c + d)$$

Donde:

- T : Transporte a pagar (m³ -km)
- $Vi - j$: Volumen de "Corte de material granular de la plataforma" en su posición inicial, entre Progresivas i-j. (m³), descontando los volúmenes propios.
- C : Distancia desde el centro de Gravedad del depósito de desechos a la carretera (km)
- D : Distancia desde la salida del depósito de desechos hasta el centro de Gravedad entre Progresivas i - j.(km)

PAGO

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinados en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en estas partidas y a las instrucciones del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, acarreo y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados y lo indicado en la Subsección 07.05 de las Disposiciones Generales.

El precio unitario no incluirá los costos por concepto de la carga, descarga, tiempos muertos y disposición del material, los cuales se encuentran incluidos en los precios unitarios de

los ítems correspondientes.

08. MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL

08.01 ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS

DESCRIPCION

La partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de los DME, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no disturbe el ambiente natural y más bien se restituyan las condiciones originales, con la finalidad de no introducir impactos ambientales negativos en la zona. Se incluyen los trabajos de plantación o reimplante de pastos y/o arbustos, enredaderas, plantas para cobertura de terreno y en general de plantas. Con la finalidad de estabilizar los taludes.

CONSIDERACIONES GENERALES

Se debe colocar la señalización correspondiente al camino de acceso y en la ubicación del lugar del depósito mismo. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con muy poco movimiento de tierras y poner una capa de lastrado para facilitar el tránsito de los vehículos en la obra.

Las áreas designadas para los DME no deberán ser zonas inestables o áreas de importancia ambiental, tales como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

Así mismo, se deberá tener las autorizaciones correspondientes en caso que el área señalada sea de propiedad privada, zona de reserva, o territorios especiales definidos por ley.

METODO DE CONSTRUCCION

Los lugares de DME se elegirán y construirán según lo dispuesto en el acápite 3.6 del Manual Ambiental de Diseño y Construcción de Vías del MTC.

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar el sobrepeso inducido por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados (revegetación) que permita su posterior uso para las obras de restauración de la zona.

La excavación, si se realiza en laderas, debe ser escalonada, de tal manera que disminuya las posibilidades de falla del relleno por el contacto.

Deberán estar lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua, de manera que, durante la ocurrencia de crecientes, no se sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en él.

El área total del depósito de desecho (AT) y su capacidad de material compactado en metros cúbicos (VT) serán definidas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor.

Antes del uso de las áreas destinadas a Depósito de Deshechos (DME) se efectuará un levantamiento topográfico de cada una de ellas, definiendo su área y capacidad. Así mismo se deberá efectuar otro levantamiento topográfico después de haber sido concluidos los trabajos en los depósitos para verificación y contraste de las condiciones iniciales y finales de los trabajos. Los planos topográficos finales deben incluir información sobre los volúmenes depositados, ubicación de muros, drenaje instalado y tipo de vegetación utilizada.

Las aguas infiltradas o provenientes de los drenajes deberán ser conducidas hacia un sedimentador antes de ser vertidas al cuerpo receptor. Todos los depósitos deben ser evaluados previamente, con el fin de definir la colocación o no de filtros de drenaje.

El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario ambiental.

No deberá colocarse los materiales sobrantes sobre el lecho de los ríos ni en quebradas, ni a una distancia no menor de 30 m a cada lado de las orillas de los mismos. Se debe evitar la contaminación de cualquier fuente y corriente de agua por los materiales excedentes.

Los materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera deberán ser retirados en forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales de desechos será efectuada cuidadosamente y gradualmente compactada por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

El depósito de desechos será rellenado paulatinamente con los materiales excedentes. El espesor de cada capa extendida y nivelada no será mayor de 0.50 m o según lo disponga el Supervisor, sin permitir que existan zonas en que se acumule agua y proporcionando inclinaciones según el desagüe natural del terreno.

Luego de la colocación de material común, la compactación se hará con dos pasadas de tractor de orugas en buen estado de funcionamiento, sobre capas de espesor adecuado, esparcidas de manera uniforme. Si se coloca una mezcla de material rocoso y material común, se compactará con por lo menos cuatro pasadas de tractor de orugas siguiendo además las consideraciones mencionadas anteriormente.

La colocación de material rocoso debe hacerse desde adentro hacia fuera de la superficie para permitir que el material se segregue y se pueda hacer una selección de tamaños. Los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa, de tal manera que sirva de protección definitiva del talud y los materiales más finos quedar ubicados en la parte interior del lugar de disposición de materiales excedentes. Antes de la compactación debe extenderse la capa de material colocado retirando las rocas cuyo tamaño no permita el normal proceso de compactación, la cual se hará con cuatro pasadas de tractor.

Los taludes de los depósitos de material deberán tener una pendiente adecuada a fin de evitar deslizamientos. Además, se tendrán que cubrir con suelos y revegetándola de acuerdo a su programación y diseño o cuando llegue a su máxima capacidad.

Para la colocación de materiales en depresiones se debe conformar el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de gavión o según lo indique el proyecto, para contención de ser necesario.

Si se suspende por alguna circunstancia las actividades de colocación de materiales, se deberá proteger las zonas desprovistas del relleno en el menor tiempo posible. Las

dos últimas capas de material excedente colocado tendrán que compactarse mediante diez (10) pasadas de tractor para evitar las infiltraciones de agua. Al momento de abandonar el lugar de disposición de materiales excedentes, éste deberá compactarse de manera que guarde armonía con la morfología existente del área. Los daños ambientales que origine la empresa contratista, deberán ser subsanados bajo su responsabilidad, asumiendo todos los costos correspondientes.

MEDICION

El volumen de material acondicionado de excedentes en zona de DME, aceptado por el Supervisor, será medido en metros cúbicos (m3).

PAGO

Las cantidades medidas serán pagadas al precio unitario del Contrato, para la partida 08.01.01 ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS independientemente del medidor compactación usado con aprobación de la Supervisión, constituirán compensación total por todo el trabajo, la capa superficial de suelo, costo del equipo personal, leyes sociales, herramientas, materiales e imprevistos necesarios, para la ejecución de esta partida, por lo que todo el trabajo ejecutado debe estar de acuerdo con lo especificado en la presente partida y contar con la aceptación plena del Supervisor.

El pago parcial se efectuará en forma proporcional al trabajo realizado en función al volumen de material depositado, extendido y compactado en su posición final, hasta alcanzar el nivel superior definitivo del depósito de desecho.

08.02 CAPACITACIONES EN IMPACTO AMBIENTAL

DESCRIPCION

El Contratista, bajo esta sección, deberá capacitar al personal acerca del Impacto Ambiental de la obra mediante un plan que contenga las medidas de protección y conservación ambiental en la etapa de construcción.

Además, su objetivo es fomentar la Educación Ambiental en los niveles formal, no formal e informal, a través de estrategias y acciones intersectoriales, para sensibilizar a la comunidad en el marco del desarrollo sustentable.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirán de forma global (glb), de acuerdo al tiempo de capacitación y a la programación impartida en la misma de la cual se escogerá la duración de la partida.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará considerando como forma global (glb), Dicho pago constituirá retribución en lo necesario dentro de lo que se requiera para ejecutar totalmente el trabajo en la que se estimará el costo de implementación de los mecanismos técnicos y administrativos.

09. SEGURIDAD Y SALUD

09.01 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

DESCRIPCION

El Contratista, bajo esta sección, deberá capacitar al personal en Seguridad y Salud en el Trabajo mediante un plan que contenga los mecanismos técnicos y administrativos necesarios para garantizar la integridad física y salud de los trabajadores y de terceras personas, durante la ejecución de las actividades previstas en la obra.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirán de forma global (glb), de acuerdo al tiempo de capacitación y a la programación impartida en la misma de la cual se escogerá la duración de la partida.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará considerando como forma global (glb), Dicho pago constituirá retribución en lo necesario dentro de lo que se requiera para ejecutar totalmente el trabajo en la que se estimará el costo de implementación de los mecanismos técnicos y administrativos.

09.02. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

DESCRIPCION

Esta partida se refiere a la protección que debe tener el personal de la obra para estar protegidos asociados a los trabajos que se realicen de acuerdo a la norma G.050 seguridad durante la construcción del Reglamento Nacional de edificaciones. Dentro de ello se debe considerar sin llegar a limitación; cascos de seguridad, gafas según

la actividad, guantes ya sea de cuero o aislantes, botas con punta de acero o dieléctricos, arnés de cuerpo entero y línea de enganche, prendas de protección eléctrica, chalecos reflectivos.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirán de forma global (glb), según las cantidades de equipos de protección por cada obrero establecidas en el presupuesto.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará considerando como forma global (glb), Dicho pago constituirá retribución en lo necesario dentro de lo que se requiera para ejecutar totalmente el trabajo.

09.03. EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA

DESCRIPCION

Esta partida se refiere a la protección de los trabajadores y público en general que debe tener toda obra para dar protección de los peligros existente en los diferentes trabajos. Dentro de ello se debe considerar sin llegar a limitación; barandas rígidas en borde de losas y acordonamientos para limitación de áreas de riesgo, tapas para abertura de pozos o losas de piso, sistemas de línea de vida horizontal y vertical ubicando puntos de anclaje, sistemas de entibado y luces estroboscópicas en maquinaria pesada y otro.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirán de forma global (glb), según las cantidades de equipos de protección establecidas en obra. Se medirán en forma global (glb)

BASES DE PAGO

El pago se efectuará considerando como forma global (glb), Dicho pago constituirá retribución en lo necesario dentro de lo que se requiera para ejecutar totalmente el trabajo.

09.04. SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Descripción:

Esta partida se refiere a instalación o colocación de señales de advertencias de peligro, de prohibición de ingresos por trabajos de obra, de información de accesos y desvíos, para el tránsito seguro por los puntos accesibles o perimetrales de la obra del público en general. Y todos aquellos carteles para rotular áreas de trabajo que tengan la finalidad de informar al personal de obra y público en general sobre los riesgos específicos de las distintas áreas perimetrales cintas de señalización, conos reflectivo, luces estroboscópicas alarmas audibles, así como carteles de promoción de la seguridad y la conservación del medio ambiente, etc.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirán en forma global (glb) establecidas en el presupuesto.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará considerando como medida global (glb) y se multiplicará por su costo unitario. Dicho pago constituirá retribución en lo necesario dentro de lo que se requiera para ejecutar totalmente el trabajo.

3.7. Análisis de costos y presupuestos

3.7.1. Presupuesto general

3.7.2. Presupuesto desagregado

3.7.3. Desagregado de gastos generales

3.7.4. Análisis de costos unitarios

3.7.5. Relación de insumos

3.7.6. Fórmula polinómica

IV. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- El levantamiento topográfico determinó como topografía plana el terreno de la zona. Así como también pendientes que oscilan entre 1 y 5% de inclinación. Con base a los planos obtenidos del estudio se diseñó la carretera con pendientes mínimas y siguiendo la orografía del terreno. Esto con la finalidad de no obtener demasiado volumen de corte y relleno.
- El diseño geométrico se realizó bajo los parámetros de la norma vigente Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, donde se diseñaron los principales elementos de la carretera los cuales se nombran a continuación:
Carretera de Tercera clase según su IMDA (<400 Veh/día); velocidad directriz de 40 km/h; pendiente máxima de 8%; ancho de calzada de 6.60; bombeo de calzada de 2.5% y 4% en berma. La base de la vía se diseñó a nivel de afirmado con 0.20 m. de espesor.
- Se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y se clasificó mediante el método SUCS y AASTHO. Los resultados del laboratorio arrojaron que en el 85% del tramo de la carretera en estudio el suelo presenta un % de arena mayor al 50% lo que lo clasifica como un suelo granular grueso SW (Arena bien graduada). Además, presenta Arcilla y limo; (SM y SC).
- Se realizó el estudio de canteras, arrojando un CBR de diseño para la base de afirmado de 81.60% (valor mínimo), superando el mínimo normado de 80%.
- El estudio hidrológico permitió determinar los caudales máximos de las cuencas en lo que su aforo intersecta la carretera, la cantidad de alcantarillas en el tramo es de 09 unidades 03 alcantarillas de paso de tubería TMC de 48" y 60" de diámetro, 06 alcantarillas TMC de 24 pulgadas de diámetro; las cunetas serán de forma triangular con dimensiones de 1.00 m x 0.40 m, las cuales descargan en las alcantarillas de paso y alivio.
- El estudio es ambientalmente factible y generará impactos positivos a los usuarios de la vía y también al desarrollo socioeconómico de la región. Se

plantean medidas de mitigación para los impactos negativos, implementándose medidas ambientales de carácter preventivo y un programa de vigilancia y supervisión durante la ejecución de las obras de mantenimiento.

- El presupuesto final del proyecto asciende a un monto de S/. 4,843,002.00 (CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL DOS Y 00/100 SOLES).

V. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Las capacitaciones sobre impacto ambiental y las charlas de seguridad necesariamente se deben realizar diariamente minutos antes del inicio de la jornada laboral, y con ello evitar, en el caso de seguridad, accidentes leves y/o graves que atenten contra la vida del personal; y en el caso de impacto ambiental, instruir de tal manera que realicen sus tareas sin perjudicar el medio ambiente.
- Para el caso del Impacto ambiental el contratista debe establecer un control exhaustivo en los trabajos que se ejecuten en el área de estudio, evitando la afectación de la vegetación agrícola.
- Se debe tener las previsiones del caso por si la obra se ejecuta en los meses de diciembre a marzo, ya que de acuerdo al estudio hidrológico la intensidad de lluvia se incrementa.

VI. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Chuquilín. (2011). *DISEÑO DE LA CARRETERA JUYACUL - LA VIÑA. DISTRITO VIRÚ, PROVINCIA DE VIRÚ - LA LIBERTAD*. Trujillo: UCV.
- König Belga, L. A., Zehnpfennig Zanetti, M. A., & Faggion, P. L. (2012). *Fundamentos de Topografía*. Paraná: Universidade Federal do Paraná .
- Luna Seminario. (2011). *DISEÑO DE LA CARRETERA ENTRE LOS CASERIOS CUCHANGA CUCHANGA - CALLUNCHAS, DEL DISTRITO DE SINSICAP - OTUZCO - LA LIBERTAD*. Trujillo: UCV.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *GLOSARIO DE TERMINOS DE USP FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS: MANTENIMIENTO O CONSERVACION VIAL* . Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *MANUAL DE CARRETERAS: ENSAYO DE MATERIALES* . Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima: ALFAOMEGA-MACRO.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima: MTC.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018)*. Lima: ALFAOMEGA-MACRO.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, D. (2005). *MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO* . Lima: MTC.
- Navarro Hudiel, S. J. (2017). *DISEÑO Y CÁLCULO GEOMÉTRICO DE VIALES*. Nicaragua: RECINTO UNIVERSITARIO AUGUSTO C. SANDINO.